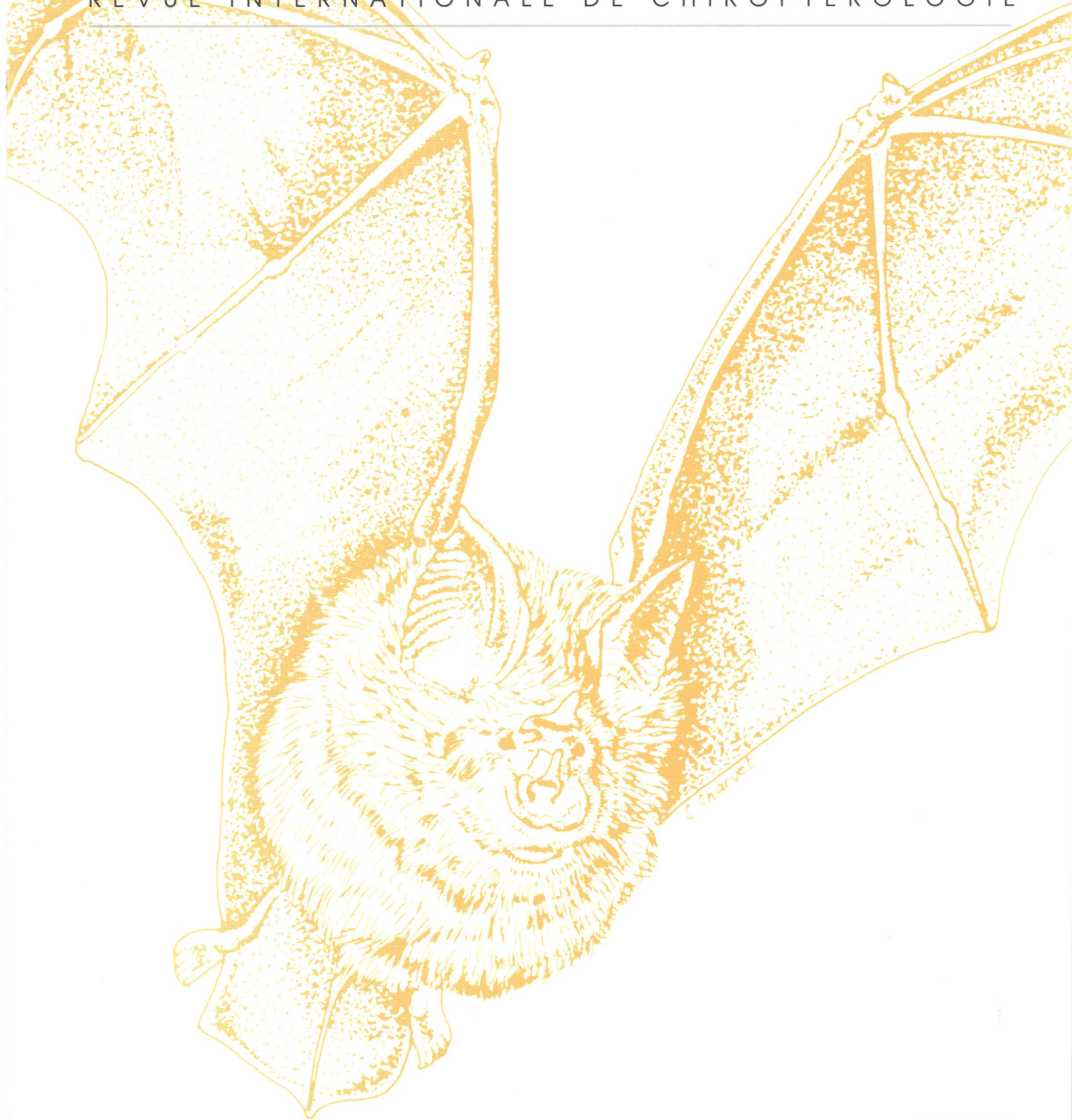


LE RHINOLOPHE

REVUE INTERNATIONALE DE CHIROPTEROLOGIE



N° 16 • 2003

MUSEUM D'HISTOIRE NATURELLE - VILLE DE GENEVE



LE RHINOLOPHE

Revue internationale de chiroptérologie

No 16 · 2003

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
Violaine CRUCHON

Couverture

Cédric MARENDAZ
Gilbert E. HUGUET

Prix du numéro: SFr. 30.–, 21.– Euros

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

Écologie et protection des chauves-souris en milieu forestier

par

Angelika Meschede et Klaus-Gerhard Heller

avec l'expertise en foresterie de Rudolf Leitzl

Traduction française : Hans Kreuzler

Relecture : Michel Barataud, Corinne Charvet, Chris Leon, Eric Petit

Traduction réalisée avec le concours financier de la S.F.E.P.M.
(Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères)

Avertissement des traducteurs : Ce texte est la traduction fidèle d'un rapport de synthèse sur les chauves-souris en milieu forestier publié en Allemagne en 2000. L'adaptation des données qu'il contient à la situation française (contextes biogéographiques, culturels, politiques, etc., différents) est laissée à l'appréciation du lecteur, avec les précautions qui s'imposent.

Titre original : MESCHEDÉ, A. und K.-G. KELLER. 2000. Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 66, Bonn, ca. 472 Seiten, ISBN 3-7843-3605-1.

Bundesamt für Naturschutz
Bonn-Bad Godesberg 2000

Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères
2003

Avant-propos des rédacteurs

Le numéro 16 du Rhinolophe est une traduction* de l'ouvrage en langue allemande d'Angelika Meschede et Klaus-Gerhard Heller « Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern » paru en 2002. Cet ouvrage constitue l'aboutissement d'une importante recherche menée sur les chauves-souris dans les forêts d'Allemagne et propose de nombreuses mesures de protection concrètes des gîtes et des territoires de chasse.

Pendant longtemps, les chiroptérologues européens se sont surtout penchés sur l'étude et la protection des chauves-souris dans les grottes, les bâtiments et autres milieux anthropiques. Le développement de nouvelles techniques comme le radio pistage et la détection d'ultrasons ont notamment permis de mieux comprendre que les milieux forestiers offrent aussi des gîtes et des terrains de chasse à de nombreuses espèces.

Nous espérons que l'édition de cette traduction dans Le Rhinolophe contribuera à mieux faire connaître auprès des lecteurs francophones les enjeux de la conservation et de la protection des populations de chiroptères en milieu forestier. Elle s'adresse non seulement aux chiroptérologues et aux naturalistes mais aussi à tous les acteurs de la gestion et de l'exploitation des écosystèmes forestiers.

Pour les rédacteurs :
Corinne Charvet et Pascal Moeschler

* Cette traduction a été financée par la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (S.F.E.P.M.).

SOMMAIRE

Page

ABSTRACT	1
1. INTRODUCTION	2
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
2.1. Aires d'études et objets principaux.....	4
2.2. Études faunistiques	4
2.3. Études des exigences écologiques de différentes espèces	11
2.4. Étude des migrations de la noctule commune et de la pipistrelle de Nathusius	13
2.5. Collecte et traitement des données bibliographiques.....	13
2.6. Relevés des peuplements forestiers	14
2.7. Autres méthodes	16
3. RÉSULTATS	17
3.1. Espèces étudiées de manière extensive et/ou espèces fortement liées à la forêt	17
3.1.1. Le murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	17
3.1.2. Le murin de Brandt (<i>Myotis brandtii</i>)	21
3.1.3. Le grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	25
3.1.4. Le murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>).....	31
3.1.5. Le murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteinii</i>).....	38
3.1.6. La noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	50
3.1.7. La noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	64
3.1.8. La pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	72
3.1.9. L'oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>).....	84
3.1.10. La barbastelle (<i>Barbastella barbastellus</i>)	91
3.2. Autres espèces	95
3.2.1. Le grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>).....	95
3.2.2. Le petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>).....	96
3.2.3. Le murin des marais (<i>Myotis dasycneme</i>)	98
3.2.4. Le murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)	98
3.2.5. Le murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>).....	99
3.2.6. La sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>).....	100
3.2.7. La sérotine de Nilsson (<i>Eptesicus nilsoni</i>)	101
3.2.8. La sérotine bicolore (<i>Vespertilio murinus</i>)	102
3.2.9. La pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	104
3.2.10. L'oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>).....	105

3.3. Gîtes	106
3.3.1. Gîtes naturels.....	106
3.3.2. Evaluation de l'utilisation des gîtes artificiels	117
3.3.3. Autres gîtes en forêt	127
3.4. Territoires de chasse et alimentation.....	128
3.5. Faune chiroptérologique des forêts.....	136
3.5.1. Chiroptères forestiers (sauf forêts alluviales et montagnardes)	136
3.5.2. Chauves-souris en forêt alluviale	149
3.5.3. Chauves-souris en montagne.....	158
3.5.4. Types de gestion forestière et chauves-souris	163
3.5.5. Chauves-souris en forêt - résumé, conclusions	165
3.6. Quintessence	168
3.6.1. Forêt et milieu ouvert	168
3.6.2. L'utilisation de la forêt par des chauves-souris - résumé	169
4. CHAUVES-SOURIS ET GESTION FORESTIÈRE	172
4.1. La sylviculture en Allemagne	172
4.1.1. Sylviculture dans les länder fédéraux	172
4.1.2. Les possibilités d'aide pour le propriétaire forestier privé.....	180
4.1.3. Concepts de protection forestière.....	181
4.2. Recommandations générales pour une gestion forestière en faveur de la protection des chauves-souris	184
4.2.1. Exigences en gîtes	184
4.2.2. Exigences alimentaires et spatiales	188
4.2.3. Planification de la gestion	191
4.2.4. L'emploi des machines.....	193
4.3. Autres conseils pour la protection des chauves-souris en forêt.....	193
4.4. La définition de zones de protection.....	195
5. LA RECHERCHE CHIROPTÉROLOGIQUE EN FORÊT	196
5.1. Besoins en recherche	196
5.2. Recommandations pour mener des études sur les chauves-souris forestières	198
REMERCIEMENTS	198
RÉSUMÉ	200
RÉFÉRENCES.....	201
ANNEXES	214

Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier

Angelika Meschede¹ & Klaus-Gerhard Heller²

¹ 6374 Crest View Court, Riverside, CA 92506, USA

² Grillenstieg 18, D - 39120 Magdeburg

Abstract. This report on “Ecology and protection of bats in forests” encompasses the results of a three-years research and development project, involving more than 100 experts and bat workers.

Besides a thorough search of the relevant literature, we also studied the occurrence and ecology of several bat species in forests. The focus was on radiotracking species for which very little ecological data had been available: Barbastelle, Brandt’s bat, Leisler’s bat, Natterer’s bat, Bechstein’s bat, Nathusius’ pipistrelle. Using a variety of approaches (netting, bat detectors, checking of roost sites including nest boxes and tree holes), the bat faunas of a set of different forests were determined. One subproject dealt with riverine forests and their relevance for the migrating species noctule bat and Nathusius’ pipistrelle. Additional information and the use of riverine forests during migration was gathered through direct observation of migrating bats, and by banding and recapture of bats. In several investigated areas stands were mapped according to a specially developed key. The resulting forest type distributions were overlaid with the radiotracking data of the respective bats.

All 20 bat species which regularly occur in Germany make use of the habitat « forest » in some way. The following species regularly rear young in forests: Bechstein’s bat, Natterer’s bat, Brown long-eared bat, Noctule, Leisler’s bat, Brandt’s, Daubenton’s bat, Barbastelle, Nathusius’ pipistrelle. Whiskered bat, Geoffroy’s bat, Greater mouse-eared bat and the Common pipistrelle (incl. “55 kHz-type”) only occasionally stay in natural tree holes or nest boxes. In most of these cases single males were found. Nursery colonies of these species have only very rarely been observed in forests. In almost all species, however, forests, forest edges, and canopy gaps are parts of their hunting grounds regularly. In decreasing order of the intensity of usage, we find Bechstein’s bat (almost nowhere else), Greater mouse-eared bat, Barbastelle, Brown long-eared bat, Nathusius’ pipistrelle, Natterer’s bat, Brandt’s bat, Lesser horseshoe bat, Greater horseshoe bat, Whiskered bat, Leisler’s bat, Geoffroy’s bat, Serotine, Daubenton’s bat, Grey long-eared bat, Northern bat, Common pipistrelle, Noctule, Pond bat, Particoloured bat.

Holes in trees and cracks behind bark represent the most important roost sites for bats in forests. Holes may be caused by rotting and/or through the work of woodpeckers. The single species prefer certain roost sites. A new and very significant finding for forest management is that Barbastelles almost exclusively use cracks behind bark as a roost site. Bats very often, sometimes daily, move from one roost site to the next indicating a high density of potential roost sites. A minimum required number of available roost sites of 50 was estimated for a nursery colony of Bechstein’s bat. For other species a similarly high number of required roost sites has been documented.

Depending on their flight behaviour and hunting strategy, bats use all strata of the forest from the free air space above the canopy down to the forest floor (e.g. Leisler’s bats hunt in the free air space, Bechstein’s bats close to the vegetation, Greater mouse-eared bats over and on open floor). Moreover, different bat species may be attributed to different developmental stages of forest stand. Some species target high insect densities, for example in canopy gaps and small clearings.

Depending on the bat species, the size of hunting grounds and the area used by an individual bat range from a few hectares to more than one hundred. Individual Bechstein’s bats very faithfully returned to the same hunting grounds, even over several years. Therefore, the long-term availability of a forest habitat is an important conservation issue. The minimum area and the optimal habitat for a breeding colony of 20 Bechstein’s bats was calculated to be 250-300 ha of deciduous forest rich in structure and with little undergrowth (ca. 20-30%). Most likely, a colony hunting in a less structured forest, e.g. a coniferous forest, has to disperse over a larger area. The minimum area for a breeding colony of 270 Greater mouse-eared bats was estimated at 80-90 km². The most important type of stands for this species offers open forest floor used for hunting ground beetles (carabids).

From the project results we derived recommendations for forest management which are intended to serve bat conservation:

- the type of cultivation and forest management should not include clearings of clearcuts larger than 0.5-1 ha
- development of a roost-site net work on two levels with the aim of permanently supplying 20-30 tree holes per hectare of old stand, corresponding to 7-10 trees (marking of the respective trees is necessary):
 - Level 1*: securing of a net work of trees which already show holes due to rotting or made by woodpeckers, cracks in the trunk, trees with loose bark. Distances between hole hot spots should not exceed 1000 m.
 - Level 2*: development of a net work of successors for trees of level 1. If possible, chosen trees should already show signs of holes or ecological qualities like a fungus infestation
- clear marking and protection of known bat roost-site trees (summer roosts as well as winter roosts)
- change of coniferous monocultures into mixed stands of indigenous tree species typical for the site ; increase of harvest time
- if trees have to be cut for safety reasons or because of pest infestation, trees or tree branches inhabited by bats should be secured
- artificial breeding boxes cannot substitute for the lack of natural roost sites in the long term ; the deployment of a new array of breeding boxes, e.g. in a spruce or pine monoculture, is only useful in connection with a simultaneous change of forest management, with the aim of permanently supplying a sufficient number of hole trees
- depending on the type of forest and the species of bats occurring in a given forest, several supportive measures for the protection of hunting habitats may be considered :
 - for hunters of the open air space : clearings and gaps, tree harvest in clusters
 - for species hunting inside the vegetation : enhancement of substratum and intermediate layer up to 20-30 % coverage ; partial thinning out of the dense canopy in order to increase light intensity and thus to promote undergrowth
 - for species hunting close to the forest floor, improvement of the free air space about 1 m above ground by reducing undergrowth ; support of monolayer deciduous stands and medium stem wood
 - support of canopy with high food production ; no harvest of old trees and enhancement of light incidence in their nearest surroundings
 - improvement of structures and sources of food by building up seams of tall perennial herbs along waysides and margins of forests (minimum 30 m at outer margins) by natural development, laying out of ponds (100-200 m² minimum), forest meadows ; reformation of wet forest parts by closing drainages, diverting waters, restoring riparian forests and old river beds
 - no use of pesticides, especially not of insecticides in case of pest infestation.

For the protection of bats in forests we further recommend the mapping of bats, periodical mapping of tree holes, e.g. as part of the forest management plans and forest habitat inventories, seminars for forest owners, foresters, lumberjacks and rangers, and the development of a net work of advisors.

1. INTRODUCTION

En Allemagne, la situation des populations de chauves-souris s'est détériorée au cours des dernières décennies. Sur vingt espèces régulières et quatre sporadiques (BINOT *et al.*, 1998), seize sont citées dans les listes rouges des animaux menacés. Depuis une dizaine d'années seulement, on peut observer une légère remontée des populations, ou au moins une pause dans la régression de certaines espèces. Les causes du recul sont d'une part la disparition des gîtes, et d'autre part la diminution des ressources trophiques due avant tout à l'emploi d'insecticides dans l'agriculture.

D'après nos connaissances actuelles, la forêt représente un domaine important pour beaucoup d'espèces de chauves-souris, autant en ce qui concerne les gîtes que les territoires de chasse. Le projet Recherche et Développement «Etudes de l'écologie des chauves-souris en forêt, avec prise en considération particulière des espèces migratri-

ces et la rédaction de recommandations pour leur protection» a été initié pour développer des applications pour la gestion forestière, afin de revaloriser la forêt comme domaine vital pour les chiroptères. Le projet prend tout son sens quand on réalise que près d'un tiers de la superficie de l'Allemagne est couverte de forêt, dont 96 % de la surface est soumise à gestion. La forêt gérée sert à la production de bois, mais représente en même temps l'espace vital d'une communauté d'espèces spécialisées, dont les chauves-souris font partie. L'application des recommandations donne ainsi un moyen efficace pour améliorer leur situation en Allemagne.

Il y a plus de deux siècles, le forestier thuringien Johann Matthäus Bechstein a initié l'intérêt pour les chauves-souris et leur protection. Il constatait déjà en 1792 que «la chauve-souris est tout à fait utile, et mérite notre protection d'une manière privilégiée», et ajoutait encore : «Mais dans les forêts, elle doit être protégée sans limites en tant qu'animal très utile.» Cette idée correspondait

d'abord à un objectif phytosanitaire. Mais il devient évident lors des efforts de protection des chiroptères, qu'ils sont étroitement liés à l'écosystème forestier. Il y a plus d'un siècle Theodor Christian Razeburg, enseignant à l'académie forestière d'Everswalde, mentionnait déjà les arbres creux comme condition de survie pour les chauves-souris, et réclamait leur maintien. A la même époque GLOGER (1865) construisait les premiers gîtes artificiels.

Depuis les années 1950 et 1960 se développe une activité de recherche scientifique autour des chiroptères forestiers. En particulier les travaux de G. HEISE (1980), W. et B. ISSEL (1955), A. Schmidt (1977), entre autres, apportent de nouvelles connaissances en écologie des différentes espèces et de leurs besoins en gîtes artificiels. Enfin depuis une quinzaine d'années, la technique de la télémétrie a permis d'appréhender d'une manière approfondie leurs exigences en habitats et en gîtes. Ainsi un bon nombre de données existait au début du projet pour certaines espèces telles que les noctules (KRONWITTER, 1988a; SCHWARZ, 1988), le murin de Bechstein (WOLZ, 1992), la sérotine commune (DENSE, 1992), le murin de Daubenton (GEIGER, 1992), l'oreillard roux (FUHRMANN, 1992), le grand murin (AUDET, 1990; RUDOLPH, 1989), etc. L'emploi de gîtes artificiels a permis de faciliter les inventaires, et d'en savoir davantage sur la répartition de ces espèces en Allemagne.

Entre 1996 et 1998, des études de radio-pistage, de faunistique et d'écologie trophique ont été menées dans le cadre du projet pour améliorer nos connaissances des besoins écologiques des chauves-souris forestières. Ainsi nos recommandations sont fondées sur des données aussi étendues que possibles, allant des connaissances anciennes jusqu'aux recherches récentes.

Le projet est divisé en cinq parties :

Recherche bibliographique : Regrouper les publications sur les chauves-souris forestières.

Recherches écologiques : Télémétrie dans neuf massifs forestiers allemands (forêt feuillue, résineuse et mélangée) pour le murin de Bechstein, le murin de Natterer, la noctule de Leisler, la pipistrelle de Nathusius, la barbastelle et le murin de Brandt. L'étude des dimensions spatiale et temporelle de la fréquentation des gîtes et territoires de chasse était prioritaire.

Inventaires : Réalisation d'inventaires dans 24 massifs forestiers à l'aide de captures au filet, contrôles de gîte et détecteur d'ultrasons. Sept des aires étudiées étaient des forêts alluviales (la plupart réaménagées) sur le Rhin, le Danube, l'Elbe et l'Isar, six étaient en forêts montagnardes supérieures à 800 m d'altitude, et onze dans d'autres massifs de divers types de gestion et peuplement.

L'importance des forêts pour les espèces migratrices : Observation des migrations des espèces non sédentaires, et tout particulièrement de la noctule commune entre

1994 et 1998 dans une cinquantaine de zones réparties sur toute l'Allemagne. Plus de 100 chiroptérologues ont fourni des informations d'après le programme d'observation spécialement élaboré pour cette espèce. Le baguage et la recapture des animaux bagués ont permis d'obtenir des données sur l'utilisation régulière des zones de repos sur les trajets migratoires.

Relevés des peuplements forestiers : Caractérisation des peuplements dans 18 massifs forestiers en référence à une clé cartographique d'interprétation de photo aérienne élaborée par l'office fédéral de la protection de la nature. Un recouplement avec les données de télémétrie sur l'écologie des chauves-souris a été réalisé dans trois régions concernées par le projet.

Remarques sur la structure et le contenu

La partie centrale du rapport suivant est divisée en deux chapitres (3 et 4). Le chapitre 3 donne les résultats et observations classés par espèces, structures et forêts, et débouche sur un récapitulatif (chap. 3.6). Chacune des 20 espèces présentes en Allemagne est traitée en particulier. Dix sections (chap. 3.1) sont consacrées aux espèces plus particulièrement liées à la forêt ou ayant fait l'objet de recherches plus intenses. Les dix autres sont regroupées dans une seule section (chap. 3.2). Toutes les connaissances antérieures sur la répartition des gîtes et territoires de chasse forment le préambule de chaque section, puis sont développés les résultats concrets obtenus dans le cadre du présent projet. Pour certaines espèces il existe une foule d'observations en nichoirs. Bien que toutes ces informations n'aient pas pu être exploitées, nous espérons pouvoir en donner un aperçu représentatif dans les monographies spécifiques.

Les tableaux du chapitre 3.3 donnent une révision des gîtes naturels et artificiels, avec les préférences spécifiques et une évaluation des besoins. Le chapitre 3.4 donne une présentation des territoires de chasse et des besoins trophiques en forêt, ainsi qu'un récapitulatif des superficies territoriales requises. Nous considérons le Tableau 25 comme un premier essai de présentation des résultats des recherches de ces dernières années à ce sujet. Ils devront être réactualisés suite aux résultats de nouvelles études.

Des données sur la faune des chiroptères ont été recueillies dans 24 forêts. La présentation des résultats faunistiques a aussi pris en considération le type forestier tel que forêt feuillue, résineuse ou mélangée, forêt des plaines fluviales ou bien montagnarde et les différents types de gestion (chap. 3.5).

Le second point fort du projet concernait la déduction de recommandations pour la gestion forestière (chap. 4). Les concepts de protection forestière dans la protection de la nature sont abordés après une brève présentation de la gestion forestière actuelle en Allemagne. En référence

aux résultats du chapitre 3, on arrive finalement à des recommandations qui relèvent de la gestion forestière et de la mécanisation en forêt. Le chapitre se termine par des réflexions sur la délimitation de zones de protection.

Il subsiste encore des questions et des recherches sont nécessaires pour beaucoup d'espèces de chauves-souris, même après le regroupement des connaissances actuelles. Par exemple la répartition des espèces en forêt, les routes précises empruntées par les espèces migratrices, les exigences territoriales des colonies, les facteurs limitants concernant les ressources trophiques ou les gîtes. Ces sujets sont listés dans le chapitre 5.1.

Des explications assez larges éclairent les divers aspects de la protection des chauves-souris en forêt allemande. Tous les groupes concernés (propriétaires et gestionnaires forestiers, bûcherons et protecteurs des chauves-souris) devraient y trouver de quoi combler le manque d'information, animer des discussions sur ce sujet et éveiller l'intérêt et la passion pour ces animaux en déclin dans certaines parties du pays. Les recommandations en gestion forestière pourraient être suivies dans l'intérêt de ce groupe fascinant.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. AIRES D'ÉTUDES ET OBJETS PRINCIPAUX

Différentes études ont été menées dans 31 massifs forestiers entre 1996 et 1998 (Tableau 1, Figure 1).

2.2. ÉTUDES FAUNISTIQUES

Trois méthodes de recensement des chauves-souris ont été utilisées : contrôles de gîtes, captures au filet et écoutes au détecteur. On peut lire les rapports méthodologiques des chercheurs en détail dans le tome II (MESCHEDÉ *et al.*, 2002) pour les aires d'étude «Plaines rhénanes du nord badois» (aire d'étude n°16, Arnold & Braun), «Dessau» (Aire d'étude n°8, Hahn *et al.*), «Hasbruch» (aire d'étude n°3, Dense & Rahmel) et «Fossé haut-rhénan nord» (aire d'étude n°15, Fuhrmann *et al.*). Il n'était pas possible de synchroniser et standardiser le recensement des chauves-souris sur le plan fédéral, même si plusieurs méthodes ont été utilisées en parallèle.

Contrôles de gîtes

- *Contrôles de nichoirs* : Les contrôles de nichoirs ont été réalisés dans les différentes zones à une fréquence variable. En moyenne les divers types de nichoirs ont été contrôlés 3 à 5 fois par an.

- *Captures ; inspections de cavités d'arbres* : des chauves-souris ont été capturées irrégulièrement dans certaines colonies. Diverses installations, telles que nasse, panier, sac, tube, et autres pièges installés devant le trou d'entrée des gîtes ont servi d'outils de capture. Les chauves-souris étaient retenues dans un sac et libérées au plus tard une heure après la sortie. Des pièges du type Tuttle ont aussi été employés à l'occasion. Les cavités d'arbres ont été inspectées avec un endoscope industriel de la société Olympus pour vérifier leur occupation par des chauves-souris. Un équipement de grimpeur (équipement complet pour spéléologue) a servi pour grimper dans les arbres, pour fixer des pièges à grande hauteur, ou permettre l'inspection par endoscope.
- *Contrôles de bâtiments et cabanes* : Les arbres ne sont pas les seuls gîtes en forêt. Des bâtiments étaient inspectés de l'extérieur (bardage, volets, couverture, etc.) pour repérer des chauves-souris ou leurs déjections. Dans les Alpes bavaroises ces bâtiments étaient en règle générale des refuges, des maisons forestières ou bien des granges à foin.

Captures au filet

Des filets à mailles fines et fil mince de type Nylon japonais (50 D/2, largeur de maille de 19 mm) de hauteur et longueur variables des sociétés Avinet et Heindl, ainsi que des filets «cheveux de poupées» de fabrication spéciale de l'ex-RDA ont été employés. Ces filets avaient une longueur comprise entre 3 et 15 m et une hauteur variant de 3 à 4,5 m.

Contrôles au détecteur

Il y a une large palette de détecteurs d'ultrasons, depuis le plus simple appareil de détection hétérodyne (QMC-Mini 2) jusqu'à l'appareil muni de l'expansion de temps (Pettersson D980). Tous les appareils ont servi dans la mesure du possible, pour de la simple détection de présence jusqu'à l'identification des espèces. Dans certains cas particuliers, les cris ont été enregistrés afin de les traiter ensuite par ordinateur pour identifier clairement l'espèce. Les détecteurs suivants ont été employés : Pettersson D200, D260, D940, Skye SBR 2100 et 2111 ; Detektor-Mönnich, FLAN 2 2 ; QMC-Mini 2 ; Laar-Classic. La reconnaissance des signaux s'est faite, entre autre, sur la base des travaux de : AHLÉN (1981), TUPINIER (1997), WEID (1988), WEID & HELVERSEN (1987).

Écoute de cris nuptiaux

Les noctules, tout particulièrement, peuvent être recensées en fin d'été par les cris sociaux émis d'une manière bien audible pour l'homme. Les mâles crient parfois durablement depuis une cavité d'arbre. Ainsi on trouve

Tableau 1 : Aires d'étude et recherches menées entre 1996 et 1998 (du nord au sud) ainsi que des lieux de recherche intensive sur des chauves-souris choisis dans la littérature
 N° = N° de l'aire d'étude, pour la situation voir Fig.1 ; LF = Land fédéral ; Dénomination/situation/contexte naturel/altitude ; Année = année d'étude ; Résultats ; F = étude faunistique ; T = étude télémétrique ; Autres = autres études ; Mig./Bag. = observations des migrations et baguage ; Forêt-(R)/Forêt-(D) = recensement forestier détaillé (R) ou simple descriptif du peuplement (D).
 Land fédéral: B = Berlin, BB = Brandebourg, BW = Bade-Wurtemberg, BY = Bavière, HB = Brème, HE = Hesse, HH = Hambourg, MV = Mecklembourg-Poméranie occidentale, NW = Rhénanie du Nord-Westphalie, NI = Basse Saxe, RP = Rhénanie-Palatinat, ST = Saxe-Anhalt, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saar, SN = Saxe, TH = Thuringe.
 Non compris les lieux d'observation (de comptage) de la migration de la noctule commune (voir à ce sujet Weid, *in* MESCHEDE *et al.*, 2002) ; voir Fig. 3 tous les lieux de baguage pour la noctule commune et la pipistrelle de Nathusius; la dénomination des aires naturelles se rapporte aux rapports des différents sous-projets.

N°	LF	Dénomination/situation/contexte naturel/altitude	Année	Résultats	F	T	Autres	Mig. Bag.	Forêt-(D) Forêt-(R)	Observateur(s)
1	MV	Forêt de Ventschow et forêts dans la région de Schwerin Plaines du nord de l'Allemagne, région des grands lacs du Mecklembourg jusqu'à ~50 m	1996, 1997	3.5.1	X	---	---	X	D	S. Labes <i>et al.</i>
2	MV	Wooster Teerofen ; parc naturel des landes de Nossentin/ Schwinz Plaines du nord de l'Allemagne ; région des grands lacs du Mecklembourg : jusqu'env. 80 m	1997	3.1 ; Schorcht <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	---	Pipistrelle de Nathusius	---	---	D	C. Tress, W. Schorcht, M. Biedermann, R. Koch, J. Tress
3	NI	Hasbruch à l'ouest de Delmenhorst Plaines du nord de l'Allemagne; Ems-Weser-Geestchwelle jusqu'à ~10 m	1996- 1998	3.5.1 ; Dense & Rahmel <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	X	Murin de Brandt	---	---	R	C. Dense, U. Rahmel <i>et al.</i>
4	NI	Forêt communale Eilenriede à Hanovre Plaines du nord de l'Allemagne ; plaines de Weser-Aller et Börde de Basse-Saxe jusqu'à ~55 m	1996- 1998	3.1	---	---	Noctule de Leisler	---	---	E. Mühlbach
5	ST	Région entre le canton de Altmark/Salzwedel et les contreforts nord du Harz Plaine de l'ouest et de l'est de l'Allemagne ; contreforts nord du Harz, Wendland jusqu'à ~150 m	1997, 1998	3.1 ; Ohlendorf <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	---	---	Murin de Brandt	---	---	B. & L. Ohlendorf <i>et al.</i>
6	BB	Paulinenaue env. 70 km à l'ouest de Berlin Plaines du nord de l'Allemagne ; pays des plateaux et collines du Mecklembourg et du Brandebourg ; plaines du Luchland jusqu'à ~40 m	1997	3.5.1	X	Murin de Natterer	---	---	R	S. Heinze, C. Kallasch, M. Lehnert

7	BB	Camp militaire Heidehof près de Luckenwalde dans le bas Fläming, env. 50 km au sud de Berlin; plaines du nord-est allemand; plateaux et plaines du Brandebourg central, Fläming jusqu'à 180 m max.	1997, 1998	3.1; Steinhauser <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	---	Murin de Bechstein, barbastelle	---	---	D	D. Steinhauser <i>et al.</i>
8	ST	Plaine de l'Elbe près de Dessau Plaines du nord de l'Allemagne; plaine Elbe-Muld jusqu'à ~60 m	1996	3.5.2; Hahn <i>et al. in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	X	---	---	X	D	S. Hahn <i>et al.</i>
9	BB	Réserve de biosphère de la Spreewald Plaines du nord de l'Allemagne; bassin de Lausitz et Spreewald jusqu'à 50 m max.	1997, 1998	3.5.2	X	---	---	X	---	W. Schorcht, S. Butzeck & K. Hanschick
10	SN	Streitwald, Stöckigt, forêt de Prießnitz près de Borna au sud de Leipzig Plaines du nord de l'Allemagne; collines de Lausick-Geithain env. 180 m	1996	3.5.1	X	---	---	X	D	F. Meisel, A. Woiton
11	HE	Philosophenwald à Gießen montagnes moyennes de l'ouest; plaines et montagnes de l'ouest de la Hesse 160-180 m	1996, 1997	3.1	---	---	---	X	---	R. Frank <i>et al.</i>
12	TH	Forêts aux pentes de la vallée de la Werra près de Walldorf montagnes moyennes de l'est; pays des forêts gréseuses de la Thuringe du sud jusqu'à ~500 m	1996, 1997	3.5.1; Schorcht <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	X	Noctule de Leisler	---	---	D	W. Schorcht <i>et al.</i>
13	HE	Viaduc d'autoroute A3 de Theißtal près de Niedernhausen moyennes montagnes de l'ouest; Haut-Taunus env. 300 m	1996, 1997	3.1; Fuhrmann <i>et al., in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	---	---	---	X	---	O. Godmann
14	HE	Forêt communale d'Oberursel montagnes moyennes de l'ouest; pied du Taunus de Kronberg 200-300 m	1997	3.1; Fuhrmann <i>et al., in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002	---	Murin de Bechstein, noctule de Leisler	---	---	---	M. Fuhrmann, C. Schreiber, J. Tauchert

15	RP	Plaine rhénanes de Hördt (HR), Oppenheimer Wäldchen (OW) dans le fossé du Haut-Rhin, forêt de Lenneberg près de Mayence (LW) montagnes moyennes du sud-ouest/Stufenland; plaines du nord du Haut-Rhin, plaine rhénane d'Ingelheim 85-185 m	1996, 1997	3.5.2; Fuhrmann <i>et al. in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	X	---	---	X	D	M. Fuhrmann, O. Godmann, A. Kiefer, C. Schreiber, J. Tauchert
16	BW	Plaines rhénanes nord badoises, Rhin rive droite entre Karlsruhe et Mannheim montagnes moyennes du sud-ouest/Stufenland; plaines du Haut-Rhin 100 m	1996, 1997	3.5.2; Arnold & Braun <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	X	Pipistrelle de Nathusius	---	X	D	A. Arnold, A. Budig
17	SL	Vallée du Steinbachau au nord de Saarbruck montagnes moyennes de l'ouest; montagnes de Saar-Nahe jusqu'à 350 m	1997	3.5.1; Harbusch, <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	---	---	Noctule de Leisler	---	---	C. Harbusch
18	SL	Warndt dans la Saar du sud-ouest moyennes montagnes de l'ouest; montagnes de Saar-Nahe 240-270 m	1997	3.5.1; Harbusch <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	---	---	Noctule de Leisler	---	---	C. Harbusch
19	BY	Forêts de Guttenberg et Irtenberg («Blutsee»); forêts de feuillus en région de Würzburg moyennes montagnes de sud-ouest/Stufenland; plateaux franconiens du Main env. 300 m	1996, 1997	3.5.1; Kerth <i>et al. in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	X	Murin de Bechstein	---	X	R	G. Kerth, M. Wagner, K. Weissmann
20	BY	Forêts en région d'Amberg/Haut-Palatinat moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland; Frankenalb central; moyennes montagnes de l'est jusqu'à env. 550 m	1998	3.1; Albrecht & Hammer <i>in</i> MESCHEDE <i>et</i> <i>al.</i> , 2002	---	Murin de Bechstein	---	---	R	K. Albrecht, M. Hammer, J. Holzhaider
21	BY	Parc National de la Forêt Bavaroise moyennes montagnes de l'est 1000-1200 m	1996	3.5.3	X	---	---	---	---	B. Leitner
22	BY	Embouchure du Lech dans le Danube, à l'est de Donauwörth Préalpes; plateau du Danube-Iller-Lech env. 395 m	1997	3.5.2	X	---	---	---	---	A. Meschede, G. Dinger <i>et al.</i>
23	BW	Kaiserswald près de Lahr moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland; plaines du Haut-Rhin env. 150 m	1996, 1997	3.5.1	X	---	---	X	D	F. Kretzschmar

N°	LF	Dénomination/situation/contexte naturel/altitude	Année	Résultats	F	T	Autres	Mig. Bag.	Forêt-(D) Forêt-(R)	Observateur(s)
24	BW	Forêts urbaines à mousse de Fribourg/Brisgau moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland ; plaines du Haut-Rhin jusqu'à ~220 m	1996, 1997	3.5.1	X	---	---	X	D	F. Kretzschmar, R. Brinkmann, S. & H. Schauer-Weissenhahn
25	BW	Plaines rhénanes du sud badois entre Breisach et Grifheim moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland ; plaines du Haut-Rhin env. 200 m	1996, 1997	3.5.2	X	---	---	X	D	F. Kretzschmar, E. Hensle
26	BW	Zone à contreforts et Forêt-Noire du sud à l'est de Müllheim moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland ; Forêt-Noire 290-650 et 850-1050 m	1996, 1997	3.5.1 3.5.3	X	---	---	---	---	F. Kretzschmar, R. Brinkmann
27	BY	Plaine de l'Isar env. 20 km au nord de Munich Préalpes ; plaine de Munich env. 500 m	1996, 1997	3.5.2	X	---	---	X	D	A. Bautsch, A. Wolf, C. Ziegler, A. Aigner, T. Hüttner
28	BY	Forêt à tilleuls dans le Lindertal (Ammergebirge) à l'ouest d'Oberammergau Alpes ; Alpes calcaires du nord, Ammergebirge 980-1110 m	1997	3.5.3	X	---	---	---	---	E. Kriner
29	BY	Forêt montagnarde dans l'Estergebirge ; à l'est de Garmisch-Partenkirchen Alpes ; Alpes calcaires du nord, Estergebirge 900-1100 m	1997	3.5.3	X	---	---	---	---	E. Kriner
30	BY	Forêt de Wetterstein dans le Wettersteingebirge, à l'ouest de Mittenwald Alpes ; Alpes calcaires du nord, Wettersteingebirge 1030-1170 m	1997	3.5.3	X	---	---	---	---	E. Kriner
31	BY	Lac de Spitzing et vallée de Vallep en direction de la frontière autrichienne au sud de Tegernsee Alpes ; Alpes calcaires du nord, montagnes de Mangfall 1000-1200 m	1996, 1997	3.5.3	X	---	---	---	---	J. Holzhaider

N°	LF	Dénomination/situation/contexte naturel/altitude	Année	Résultats	F	T	Autres	Mig. Bag.	Forêt-(D) Forêt -(R)	Observateur(s)
littérature (travaux importants sélectionnés)										
A	BB	Région de Prenzlau (HEISE, 1982a, 1982b, 1982c, 1985a; HEISE & SCHMIDT, 1988; EICHSTÄDT, 1995) plaines du nord-est allemand; arrière pays des lacs du Mecklembourg-Brandebourg, Uckermark 20-90 m	depuis 1970	3.1 3.3.1 3.3.2 3.5.1	X		Murin de Daubenton, sérotine commune, pipistrelle commune, grand murin, noctules, pipistrelle de Nathusius, oreillard roux	X	---	G. Heise, T. Blohm, H. Eichstädt
B	BB	Région de Beeskow (SCHMIDT, 1989, 1990, 1991a, b, 1994a, b, 1998) plaines du nord-est allemand; pays des landes et lacs du Brandebourg de l'est jusqu'à ~160 m	depuis 1969	3.1 3.3.2 3.5.1	X	---	Noctule commune et de Leisler, pipistrelle de Nathusius	X	---	A. Schmidt
C	NW/ NI	Région de Minden (TAAKE, 1992) plaines du nord-ouest allemand, Börden de Basse-Saxe; moyennes montagnes de l'ouest, montagnes de Weser et Weser-Leine 250-300 m	1986- 1989	3.5.1	X	---	---	---	---	K.-H. Taake
D	RP	Canton de Donnersberg de Palatinat du nord (KÖNIG & KÖNIG, 1995) moyennes montagnes du sud-ouest/Stufenland; montagnes du Palatinat du nord 240-450 m	1992- 1994	3.3.2 3.5.1	X	---	---	---	---	H. & W. König

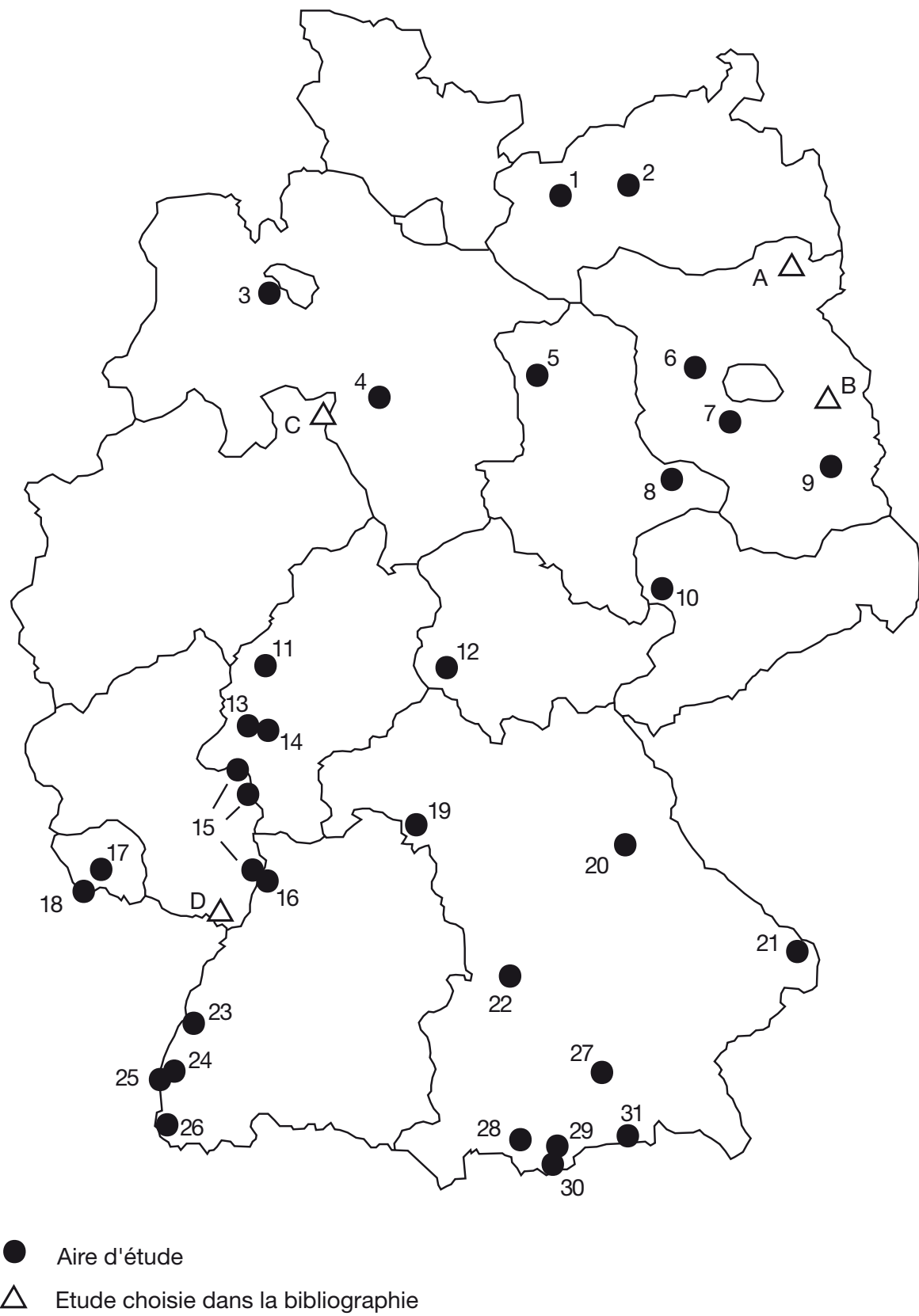


Fig. 1 : Localisation des aires d'étude et des études bibliographiques sélectionnées.
 Les lieux de baguage de noctules et de pipistrelles de *Nathusius* sont illustrés sur la Fig. 3.

des indications supplémentaires de présence de noctules en harems dans le secteur, et l'on peut juger de l'importance des forêts lors de l'époque des accouplements. Seuls des chercheurs expérimentés savent distinguer les cris sociaux des noctules communes de celles des noctules de Leisler. On a tenu compte des difficultés des observateurs à distinguer les espèces lors du traitement des informations.

Recensements par points ou transects linéaires

Cette méthode de recensement a été employée par Christine Harbusch dans deux aires d'études sarroises (zones 17 et 18). Des petites surfaces ou des transects linéaires sont parcourus à pied ou en voiture. Lors de la détection de noctules de Leisler on a essayé de définir leur territoire de chasse, la hauteur de vol et la durée de fréquentation d'un site. Une observation durait au moins 15 minutes.

« Boîtes d'écoute »

Afin d'évaluer l'activité des chauves-souris, par exemple au gîte, un détecteur était réglé sur une fréquence définie, et un dictaphone déclenchable par le son était positionné à côté, enregistrant les signaux en provenance du détecteur. Deux horloges étaient réglées de façon à émettre un son toutes les demi-heures. Ainsi les signaux éventuels transmis par le détecteur pouvaient être situés par tranches de 30 minutes. Ce principe a été employé à Hasbruch/Basse Saxe (aire d'étude n°3, voir Dense & Rahmel in MESCHÉDE *et al.*, 2002).

Lunettes de vision nocturne

Des lunettes de vision nocturne ont été utilisées pour des observations sur l'activité des chauves-souris en forêt.

2.3. ÉTUDES DES EXIGENCES ÉCOLOGIQUES DE DIFFÉRENTES ESPÈCES

Téléométrie

Pour étudier leurs exigences en habitats et en gîtes, six espèces de chauves-souris ont été suivies sur neuf aires d'étude par téléométrie. Le murin de Bechstein a été suivi dans quatre forêts, la pipistrelle de Nathusius et la noctule de Leisler dans deux, les murins de Natterer et de Brandt et la barbastelle dans une forêt (voir Tableau 1). Les rapports d'étude seront détaillés dans le tome II (MESCHÉDE *et al.*, 2002), notamment :

- Kerth *et al.* (téléométrie du murin de Bechstein près de Würzburg, aire d'étude n°19)
- Albrecht *et al.* (téléométrie du murin de Bechstein dans le Haut-Palatinat ; aire d'étude n°20)

- Steinhäuser (téléométrie du murin de Bechstein et de la barbastelle dans le Bas Fläming ; aire d'étude n°7)
- Fuhrmann *et al.* (téléométrie du murin de Bechstein et de la noctule de Leisler en forêt communale d'Oberursel ; aire d'étude n°14)
- Schorcht (téléométrie de la noctule de Leisler en Thuringe ; aire d'étude n°12)
- Arnold & Braun (téléométrie de la pipistrelle de Nathusius dans les plaines rhénanes du nord badois ; aire d'étude n°16)
- Schorcht *et al.* (téléométrie de la pipistrelle de Nathusius à Wooster-Teerofen ; aire d'étude n°2)
- Dense & Rahmel (téléométrie du murin de Brandt à Hasbruch ; aire d'étude n°3).

Les résultats des études concernant l'écologie des chauves-souris se trouvent dans les chapitres spécifiques.

Les explications sur les méthodes de téléométrie et leur exploitation font aussi partie des différents rapports de projets

Équipement

- Tous les *émetteurs* étaient de la marque canadienne Holohil et avaient un poids compris entre 5 et 10 % du poids de l'animal étudié. Ils étaient fixés sur la nuque à l'aide d'une colle épidermique en latex naturel de la marque Sauer, d'une colle instantanée (cyanoacrylate) ou d'un collier. Pour faciliter la récupération d'émetteurs perdus, et pour permettre l'observation d'animaux volants avec une lampe torche, certains émetteurs ou leurs antennes étaient munis de bandes réfléchissantes.
- Des *bâtonnets lumineux* ont parfois été employés. Ce sont de petits tubes de 2 à 4 cm de long, d'un diamètre compris entre 3 et 5 mm et d'un poids inférieur à 0,2 g. On les trouve parmi les articles de pêche. Une réaction enzymatique rend fluorescent leur contenu liquide (habituellement vert ou rouge) quand on brise par pliage l'ampoule qu'ils contiennent. La durée de la fluorescence est de 4 à 5 heures. Le tube est collé avec une faible quantité de colle (colle instantanée p. ex.) sur le dos de l'animal, à l'extrémité des poils. Il tombe ainsi spontanément après une journée environ, ou bien la chauve-souris l'éliminera par grattage. Le but recherché était de suivre les animaux à vue lorsqu'ils chassent. On espérait ainsi tirer des renseignements quant à l'altitude des vols de chasse et des strates forestières visitées. Au cours du projet, sept murins de Brandt dans le Hasbruch (aire d'étude n°3) et un murin de Bechstein dans le Haut Palatinat (aire d'étude n°20) ont été marqués de bâtonnets lumineux pour observation.

- Des *récepteurs* de la société Wildlife Material (type TRX 1000S et Falcon Five), ainsi que AVM Custom Electronics Inc. (type CE12) ont été utilisés. Pour les localisations nous avons employé des antennes Yagi de 3 éléments ou plus. Les antennes avaient des caractéristiques directionnelles élevées. La portée dépend du nombre d'éléments. Schorcht *et al.* (*in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) ont utilisé une antenne Yagi composée de onze éléments pour la télémétrie de la pipistrelle de Nathusius. Ils étaient capables de détecter les animaux encore à 8 km de distance. Lors des localisations, des boussoles et des cartes (échelle 1/25 000) ou des plans cadastraux ou forestiers (1/10 000) ont été employés. La communication entre les opérateurs était assurée par radio, ou par combinaisons de talkies-walkies de voiture ou portables (Bosch PR 1116S-E Classic Set et Bosch MR 1116S-C-A-25-06, N° 62012748 attribué par l'Office Fédéral des Postes et Télécommunications).

Saisie des données

Selon les disponibilités en personnel :

- *Pointages croisés* : au moins deux opérateurs visent la direction précise à des intervalles prédéfinis.
- *Pointages décalés dans le temps* : une même personne pointe la même chauve-souris depuis des points différents.
- *La méthode opérateur unique* : visée pendant un temps prolongé sans approche dans un secteur où la présence de l'animal émetteur est confirmée.
- *La méthode « homing-in-on-the-animal »* (d'après WHITE & GARROT, 1990) : l'opérateur suit l'animal émetteur directement et tente de l'approcher autant que possible.

Dans beaucoup de cas, des détecteurs d'ultrasons ont été utilisés en plus des recherches télémétriques pour détecter l'activité des chauves-souris. Occasionnellement, on a eu recours aux torches halogènes pour voir passer les animaux émetteurs. Les données ont été enregistrées en règle générale sur dictaphone pour être exploitées par la suite. Des «boîtes scanners» ont été employées dans l'aire d'étude n°3 sur le murin de Brandt dans le Hasbruch pour détecter la présence d'animaux émetteurs dans le gîte (voir aussi Dense & Rahmel *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). L'équipement était composé d'une antenne branchée sur un récepteur réglé sur la fréquence de l'émetteur de la chauve-souris. Un dictaphone déclenchable par son enregistrait les signaux de l'émetteur; des horloges avec fonction d'avertisseur d'heure permettaient le calage relativement précis. Le principe a été développé en imitation des boîtes d'écoutes.

Méthodes d'analyse

- *La méthode du polygone convexe minimal* (voir aussi Albrecht *et al.* *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) : tous les points de visée sont inscrits dans un polygone convexe minimal (PCM). Après élimination de certains points isolés en tant qu'«erreurs», il reste 90 % des points avec lesquels le territoire (home range) d'un animal est décrit. Pour des raisons de géométrie, la méthode inclut des surfaces qui ne font pas partie du territoire de chasse proprement dit.
- *La méthode de la moyenne harmonique* (voir aussi Albrecht *et al.* *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) : une grille est superposée à tous les points de visée. A chaque nœud de la grille est calculée la moyenne harmonique de sa distance radiaire à tous les points de visée (d'après DIXON & CHAPMAN, 1980). Le point auquel correspond la distance moyenne la plus faible se trouve ainsi au plus près de tous les points de visée. On peut considérer ce point comme le centre d'activité de l'animal étudié. En partant de ce point on établit des lignes d'équivalence qui incluent 50 ou 90 % de tous les points de visée. Ainsi nous pouvons calculer les zones d'activité (50 % des points) et la surface régulièrement visitée (90 % des points). Avec cette méthode nous pouvons définir des secteurs-clés, qui ont été visités plus intensément par la chauve-souris, à l'intérieur d'une zone d'activité générale.

Régime alimentaire (voir aussi Wolz *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002)

Des études de régime alimentaire complètent les résultats de la télémétrie pour certaines espèces. Les analyses suivantes ont été réalisées :

- analyse des excréments du murin de Natterer et de l'oreillard roux dans trois secteurs de récolte de la région de Bayreuth (les échantillons de guano ont été gracieusement mis à disposition par Jens Sachteleben);
- analyse des excréments de murin de Bechstein et de grand murin dans la zone d'étude du murin de Bechstein en Haut-Palatinat (aire d'étude n°20).

Pour le murin de Bechstein, l'objectif de ces analyses était en particulier de valider les résultats obtenus par télémétrie en vérifiant si les proies principales étaient typiquement forestières. Les échantillons de guano à étudier étaient prélevés plusieurs fois par an (en moyenne une fois par mois; voir WOLZ, 1993) dans les gîtes (nichoirs en forêt, greniers) occupés par des espèces connues. Les résultats sont contenus dans les chapitres spécifiques.

Études particulières pour certaines espèces

- La *noctule de Leisler* à Hanovre (aire d'étude n°4): Elke Mühlbach a recherché la présence de la noctule de Leisler par détecteur en forêt communale d'Eilenriede et autres massifs forestiers d'Hanovre entre 1997 et 1998. Ces recherches avaient commencé quelques années auparavant, mais tous les résultats sont intégrés dans le projet.
- La *noctule de Leisler* dans la Sarre (aires d'étude n°17 et 18): Christine Harbusch a contrôlé la présence de la noctule de Leisler au détecteur dans deux massifs forestiers de la Sarre. La méthode de recensement par points et transects a déjà été décrite plus haut.
- Le *murin de Brandt* en Saxe-Anhalt (aire d'étude n°5): les migrations du murin de Brandt constituaient le sujet d'une étude dans la région comprise entre la limite nord du Harz et le nord de la Saxe-Anhalt dans la région de Salzwedel et Havelberg. Le but était d'apprendre par le marquage et des contrôles répétés de gîtes artificiels si le murin de Brandt utilise des zones forestières particulières entre les sites estivaux dans le nord de la région (par exemple les plaines de Landgraben-Dumme) et les sites hivernaux de la limite nord du Harz. Les gîtes artificiels ont été inspectés au moins une fois par semaine entre le 15/4 et le 15/10/97 dans les régions de mise bas. Les chauves-souris ont été munies de bagues colorées (une couleur par année), provenant du centre de baguage de Dresde. Les contrôles dans les zones de passage probables ont été effectués entre le 15/7/97 et le 30/9/97. De nombreux nouveaux gîtes artificiels ont été installés dans le secteur.

Analyses SIG

Afin de définir les taux de boisement autour des gîtes de mise bas, des analyses ont été menées pour quelques espèces en Bavière à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) Arcinfo (voir aussi Gleich *in* MESCHEDE *et al.*, 2002). Les analyses concernaient les espèces suivantes : grand murin, murin de Bechstein, de Natterer et de Brandt, barbastelle et oreillard roux. Ont été calculés :

1. le taux de boisement en neuf zones concentriques de rayon compris entre 500 m et 30 km autour des gîtes d'été connus en forêt (pour le grand murin les gîtes de mise bas connus étaient en bâtiment) ;
2. les taux de forêt feuillue et résineuse dans ces zones à l'aide de l'indice développé par v. Helversen & Rudolph (en préparation, voir aussi chap. 3.1, p. ex. «Le grand murin»).

2.4. ÉTUDE DES MIGRATIONS DE LA NOCTULE COMMUNE ET DE LA PIPISTRELLE DE NATHUSIUS

Comptages

Roland Weid a organisé en 1996 et 1997 (voir aussi Weid *in* MESCHEDE *et al.*, 2002) l'observation de la migration de la noctule commune sur toute l'Allemagne. Il avait déjà pris en charge un réseau d'observateurs en Bavière en 1994. Entre le Schleswig-Holstein et la Bavière, plus de 100 personnes ont participé à deux programmes de comptage, qui consistaient à dénombrer des noctules en vol à des dates identiques pour tous les observateurs.

Seule une météo défavorable pouvait déplacer le moment du comptage d'une ou deux soirées. Un descriptif détaillé de la méthode et des dates de comptage, ainsi qu'une carte, se trouvent dans le rapport de Weid (*in* MESCHEDE *et al.*, 2002).

Baguage

Parallèlement aux comptages, des baguages ont été réalisés dans plusieurs secteurs géographiques sur la noctule commune et la pipistrelle de Nathusius. Les opérateurs employaient dans les régions de l'est des bagues (taille A et C) d'avant-bras, du centre saxon de baguage de l'Office Régional pour l'Environnement et la Géologie à Radebeul; dans les régions de l'ouest, c'étaient des bagues (de taille E et H) du Museum Alexander-König à Bonn. A l'ouest la distribution des bagues était regroupée par la coordination du projet, à l'est la demande devait être adressée directement au centre à Radebeul. Les données retournaient aux centres. L'objectif de cette partie du projet était d'obtenir des renseignements sur les dynamiques migratoires et les habitats forestiers occupés. Les campagnes de baguage ont été réalisées en 21 lieux différents en Allemagne entre 1996 et 1998. Les lieux des campagnes et la liste des opérateurs sont présentés dans le chapitre 3.1, sections «noctule commune» et «pipistrelle de Nathusius», et sur la Figure 3.

2.5. COLLECTE ET TRAITEMENT DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Durant tout le projet, des recherches dans la littérature ont donné des renseignements concernant les chiroptères forestiers. En Figure 1 se trouve un choix des études traitées. Une large recherche de citations d'avant 1996 a été réalisée avec la banque de données BIOLIS (Musée Senckenberg, surtout en littérature allemande) et BIOSIS (littérature spécialisée générale). Les revues de chiroptérologie «Myotis» et «Nyctalus» contiennent beaucoup de travaux à ce propos. De nombreuses thèses de second

et troisième cycle et expertises non publiées produites depuis 10-15 ans ont été traitées. Des sujets proches sont examinés dans des revues forestières, paysagères et de protection de la nature. La recherche bibliographique a servi tout d'abord à faire le point des connaissances sur les chauves-souris dans l'écosystème forestier allemand (répartition et écologie). L'évaluation a été classée par espèces, et se trouve dans les chapitres spécifiques. Des recherches bibliographiques particulières ont été réalisées au sujet de «l'emploi de nichoirs» et «la présence de chauves-souris en forêt allemande». Toutes les citations concernées se trouvent dans la bibliographie.

2.6. RELEVÉS DES PEUPEMENTS FORESTIERS (RÉALISATION : INGÉNIEUR FORESTIER RUDOLPH LEITL)

Outre la collecte des données sur l'écologie et la biologie des chauves-souris, il semblait logique de rechercher des données sur les habitats forestiers, pour obtenir par superposition une représentation générale de l'utilisation des forêts par les chauves-souris. Ainsi des recensements détaillés et à couverture totale ont été engagés sur des blocs forestiers qui :

1. abritent des gîtes de mise bas en nichoirs et cavités d'arbres de noctules communes, murins de Natterer et oreillards roux ;
2. représentent des territoires de chasse et d'activité de chauves-souris suivies par télémétrie parmi les espèces suivantes : murins de Bechstein, de Natterer et de Brandt.

Surfaces des aires d'étude

En référence aux données connues sur le rayon d'action des différentes espèces de chauves-souris avant le déclenchement du projet, il a été décidé de fixer l'aire des recherches intensives à 1 km autour des gîtes forestiers de mise bas pour les espèces suivantes : murin de Bechstein, de Natterer et oreillard roux, pour lesquelles on s'attendait à une utilisation intensive du milieu forestier. Les zones étudiées avaient ainsi une superficie de 314 ha.

Les territoires de chasse définis par télémétrie ont été relevés précisément en supplément pour le murin de Bechstein (aires d'études n°19 et 20), le murin de Natterer (aire d'étude n°6) et le murin de Brandt (aire d'étude n°3). Au cours des recherches, il s'est avéré que les aires d'activité des barbastelles, pipistrelles de Nathusius et noctules de Leisler, définies par télémétrie, étaient bien trop vastes pour permettre des relevés détaillés des peuplements forestiers. Pour ces espèces des descriptifs généraux des massifs forestiers visités ont été réalisés. Ils peuvent être consultés dans les chapitres consacrés à ces espèces.

Paramètres retenus

Lors des relevés des peuplements forestiers, l'accent a été mis sur la saisie des paramètres qui décrivent l'espace vital forestier pour les chauves-souris. Les paramètres n'étaient pas les gîtes ou les proies, mais les facteurs réglant les ressources trophiques, en particulier la structure proche du gîte. En référence à la clé d'interprétation de photos aériennes pour la cartographie de biotopes et types de production pour la R.F.A. (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1995), un catalogue des relevés a été élaboré pour la cartographie des écosystèmes forestiers des chauves-souris. Il contient aussi des critères importants pour l'étude de l'habitat tels que la description des strates arbustive et herbacée, des mousses et de la litière, dépassant de loin les aspects descriptifs ordinaires de peuplements forestiers sur les essences, âge, couverture, pourcentage de mélange et de strates. Chaque peuplement a été défini selon les 50 paramètres listés dans le Tableau 2.

Aires d'étude et protocole de relevés des peuplements forestiers

15 zones de 314 ha et trois forêts dans lesquelles ont été entrepris des projets de télémétrie ont ainsi été étudiées avec au total 2525 peuplements décrits. Environ 10 % des peuplements étaient «non forestiers», cartographiés comme zones aquatique, agricole, d'habitation ou de circulation. Ils n'ont pas été intégrés dans les analyses suivantes. Le Tableau 3 donne une liste des zones où des relevés de peuplements forestiers ont été réalisés.

Les peuplements ont été délimités manuellement à l'aide de cartes au 1/10 000 des plans de gestion forestière de préférence récents. Les données ont été saisies sur la banque de données «Microsoft access 7.0». De telles cartes existent pour la forêt publique mais rarement pour la forêt privée. C'est pourquoi les zones d'étude étaient situées autant que possible dans les propriétés publiques.

Utilisation et évaluation des données des peuplements forestiers

- *Recoupement avec les données sur les chiroptères*: Le but recherché était la superposition des données de gestion forestière avec celles de l'étude de l'écologie des chauves-souris. Cela a été réalisé d'une façon manuelle par projection des territoires de chasse du murin de Bechstein à «Blutsee» (aire d'étude n°19), du murin de Natterer (aire d'étude n°6) et du murin de Brandt (aire d'étude n°3) sur les cartes du plan de gestion. On retrouve les résultats des recoupements et descriptifs des peuplements visités dans les chapitres spécifiques.
- *SIG*: Les peuplements forestiers ont été numérisés pour l'aire de suivi par télémétrie du murin de Bechstein dans le Haut-Palatinat (aire d'étude n°20). Ainsi

Tableau 2: Paramètres, abréviations employées et codes des recensements forestiers; voir aussi la clé d'interprétation (CIR) des photos aériennes et instructions à la cartographie (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1995).

Paramètres	Contenu
N°	Numéro d'un peuplement compris dans une placette ou dans une parcelle à télémétrie
Surface	Taille d'un peuplement en ha
Age	Age du peuplement en années
Hauteur	Hauteur du peuplement en mètres, c'est-à-dire hauteur des houppiers les plus hauts; très souvent exclu, car en corrélation avec l'âge
TC	Taux de couverture (valeur totale estimée); pourcentage déduit du degré de fermeture; exemple: TC 85 correspond à un taux de couverture de la strate dominante de 80% + taux de couverture de la strate intermédiaire de 20%
Type	Unité cartographique d'après clé CIR 2 = eaux 3 = tourbières, marais 4 = terrains agricoles 5 = stations à sol brut, stations extrêmes 6 = arbres, bosquets, broussailles 7 = forêts 9 = espaces urbanisés et de circulation (chemins, routes)
Essence	Quand type = 7 («forêt»): forêt feuillue, résineuse ou mélangée d'après clé-CIR 1 = peuplement feuillu pur (une seule essence feuillue) 2 = peuplement résineux pur (une seule essence résineuse) 3 = forêt mélangée feuillue-résineuse (feuillus < 90%, mais dominant) 4 = forêt mélangée résineuse-mélangée (résineux < 90%, mais dominant) 5 = forêt mélangée feuillue avec au moins 90% feuillus et max. 10% résineux 6 = forêt mélangée résineuse avec au moins 90% résineux et max. 10% feuillus 7 = parcelles coupe rase, chablis, écroulé par la neige 8 = lisière forestière 9 = forêt pionnière
Forme	Quand essence = 1-6 : Définition du peuplement d'après la clé-CIR 1 = strate houppiers homogène, peu de diversité structurales (p. ex. forêts régulières, taillis) 2 = strate houppiers non homogène (distinction verticale avec deux ou plusieurs strates) 3 = strates nombreuses, structuré
Strate	Quand forme = 1 («strate houppier homogène»): classification par âge, voire stratification d'après clé-CIR 1 = régénération installation 2 = fourré 3 = perchis 4 = gaulis 5 = haute futaie Quand forme = 2 («strate houppier non homogène»): traitement forestier d'après clé-CIR 1 = taillis sous futaie 2 = coupe d'ensemencement 3 = peuplements en conversion
B1B2B3	Codes d'essences d'après clé-CIR; ex.: pour forêt résineuse mélangée (essence = 6) signifie 3 pin, 1 épicéa, 1 hêtre
DF	Degré de fermeture d'après clé-CIR 1 = vide, degré de fermeture < 10% (p. ex. coupes rases avec localement régénération naturelle) 2 = peuplement clair incomplet, degré de fermeture 10-40% 3 = peuplement clair, degré de fermeture 40-60% 4 = peuplement clair, degré de fermeture 60-90% 5 = peuplement clair fermé, degré de fermeture > 90%
SS	Strate supérieure = strate la plus haute d'un peuplement
SI	Strate intermédiaire = strate entre strate arbustive et strate supérieure
SA	Strate arbustive = strate entre 1 et 5 m
SH	Strate herbacée = strate jusqu'à 1 m
SM	Strate à mousses = végétaux directement couchés sur le sol: mousses, lichens, feutres de canches
SL	Strate litière = couche pédologique supérieure («A»): feuilles, aiguilles, sol minéral, asphalte etc.
%	Taux de couverture de chaque strate en pour-cent
1., 2., 3. (%)	Espèces, voire groupes d'espèces dans l'ordre d'abondance dans la strate concernée et part en pourcentage
Observations	Descriptif sommaire et particularité du peuplement

Tableau 3 : Aires d'études pour les recensements forestiers.

Type forestier : F = forêt feuillue, M = forêt mélangée, R = forêt résineuse.

N° de la placette (surface de 314 ha)	N° de l'aire d'étude (Fig. 1, Tab.1)	Espèce	Dénomination	Nombre de peuplements	Type forestier dominant
2	20	Murin de Bechstein	Amberg, Hirschwald (BY)	120	R
3	12	Murin de Bechstein	Wasungen (TH)	160	R/F en parcelles
4	12	Oreillard roux	Wasungen (TH)	157	R
7	D	Murin de Bechstein	Winnweiler (Donnersberg) (RP)	150	F
8	20	Murin de Bechstein	Schnaittenbach, Johannisberg (BY)	163	M
9	20	Oreillard roux	Schnaittenbach, Johannisberg (BY)	163	M
10	D	Murin de Bechstein	Kirchheimbolanden (Donnersberg) (RP)	86	F
11	D	Murin de Natterer	Kirchheimbolanden (Donnersberg) (RP)	86	F
12	20	Oreillard roux	Amberg, Hirschwald (BY)	120	R
13	20	Murin de Natterer	Schnaittenbach, Forstlohe (BY)	138	R
14	20	Oreillard roux	Schnaittenbach, Forstlohe (BY)	138	R
15	20	Murin de Natterer	Schnaittenbach, Friedrichsberg (BY)	250	R
16	20	Oreillard roux	Schnaittenbach, Friedrichsberg (BY)	250	R
17	20	Murin de Bechstein	Schnaittenbach, Neundorfer Wald (BY)	79	R
18	---	Murin de Bechstein	Kiedrich, Taunus (HE)	67	F
Télémétrie N° de la région Surface	N° de l'aire d'étude (Fig. 1, Tab.1)	Espèce	Dénomination	Nombre de peuplements	type forestier dominant
1 302 ha	19	Murin de Bechstein	Würzburg (BY)	105	F
5 600 ha	3	Murin de Brandt	Hasbruch (NI)	180	F
6 312 ha	6	Murin de Natterer	Paulinenaue (BB)	113	R/M

son analyse par le système d'information géographique ArcView devenait possible. Cela a permis la superposition et le recoupement des données des peuplements forestiers avec les données de télémétrie sur les territoires de chasse du murin de Bechstein (voir aussi Albrecht *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

- *SPSS*: Les données de 15 placettes circulaires et de 2 zones d'étude de télémétrie (Paulinenaue, aire d'étude n°6; Blutsee, aire d'étude n°19) ont été intégrées dans une analyse discriminante réalisée avec le programme statistique *SPSS*. Dans ce traitement, les habitats forestiers à proximité des gîtes de mise bas des murin de Bechstein (8 sites), murin de Natterer (4 sites) et oreillard roux (5 sites) ont été comparés. Seuls de véritables peuplements forestiers (unité cartographique 7, voir Tableau 2) ont été retenus. Les zones comparées

ont ainsi des superficies totales différentes. Le résultat de ces analyses apparaît dans les chapitres spécifiques.

2.7. AUTRES MÉTHODES

Banques de données de baguage

Depuis des décennies les données de baguage de chauves-souris sont gérées dans les centres à Bonn et Dresde. Il a aussi été demandé aux centres de mettre à disposition leurs vastes banques de données pour exploiter les résultats de différentes espèces en relation avec la forêt. Pour le centre de Bonn, la saisie dans une banque de données

de plus de 100 000 bagues archivées dans des classeurs (voir aussi Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDE *et al.*, 2002) a été réalisée. Une analyse brève des données disponibles à l'heure actuelle (par exemple, nombre total des animaux bagués, nombre des animaux bagués en forêt) est contenue dans les chapitres spécifiques. Un récapitulatif des reprises lointaines de noctule commune et pipistrelle de Nathusius pendant le projet a été mis à disposition par les responsables des centres (M. Dr H. Roer pour Bonn et M. Dr U. Zöpfel pour Dresde).

3. RÉSULTATS

3.1. ESPÈCES ÉTUDIÉES DE MANIÈRE EXTENSIVE ET/OU ESPÈCES FORTEMENT LIÉES À LA FORÊT

3.1.1. Le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii* [Kuhl, 1817])

Indications générales

En Allemagne, le murin de Daubenton, espèce de taille moyenne, est présent partout où se trouvent des lacs ou des étangs. On peut le rencontrer avec une densité de population relativement élevée, par exemple dans la région des lacs des länder du nord (Schleswig-Holstein, Mecklembourg-Poméranie occidentale), mais aussi en Saxe (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999).

Comme le murin de Bechstein, le murin de Daubenton compte parmi les espèces dont le comportement et les exigences écologiques sont bien connus par des études en Allemagne et en Suisse (Tableau 4). DIETZ (1993), EICHSTÄDT (1995, 1997), GEIGER (1992), KALKO & SCHNITZLER (1989), KALLASCH & LEHNERT (1994a, 1995a), KUGELSCHAFTER (1994, 1995, 1997), RIEGER (1994, 1996a, 1996b) et RIEGER *et al.* (1992) ont rassemblé ces dix dernières années de nombreuses données sur l'écologie et la phénologie de cette espèce de chauve-souris. Ainsi est-on capable de donner des indications relativement précises sur ses exigences territoriales et ses gîtes. Depuis les études de JONES & RAYNER (1988) et KALKO & SCHNITZLER (1989), son comportement de chasse à la surface des eaux calmes est bien connu. Il partage cette stratégie de chasse avec le murin des marais. Celui-ci est bien plus rare et n'existe que localement. Ils survolent la surface de l'eau à une faible hauteur constante. Cette attitude de vol permet une détermination facile, elle évite la confusion avec d'autres espèces là où le murin des marais est absent.

Des densités élevées ont été relevées lors de suivis de populations par contrôles de cavités d'arbres et de nichoirs dans des régions forestières bavaroises riches en lacs :

- 65 individus/km² dans la région d'étangs de moyenne Franconie près d'Erlangen (GEIGER, 1992)
- 50 individus/km² dans la forêt de Sulzschneider près de Füssen (Allgäu de l'est, GEBERT, 1989)
- 86 individus/km² dans le district de l'office de la forêt de Schnaittenbach (Haut-Palatinat, LEITL, 1995)
- 23,4 individus/km² dans la forêt de Mantel (Haut-Palatinat, LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ, 1998).

Ceci indique la grande importance qu'ont les forêts comme sources de gîte pour le murin de Daubenton, surtout à proximité de plans d'eau. On atteint probablement des valeurs de densité semblables dans les autres régions de lacs citées plus haut.

Des estimations de densité sur des territoires de chasse au-dessus de plans d'eau et des cours d'eau calmes peuvent mener à des estimations localement énormes. GEIGER (1992) a calculé, pour une région de 15 km² d'étangs près d'Erlangen en moyenne Franconie, entre 5 000 et 8 000 murins de Daubenton en train de chasser ! Dans le cadre de ce projet, Kretzschmar (rapport du projet 1996, 1997) a estimé la densité à environ 100 animaux par km sur le Rhin près de Fribourg en Brisgau, à hauteur du Rheinwald, et à 50-100 animaux au-dessus du canal dans le Kaiserwald près de Lahr (aire d'étude n°24). Le murin de Daubenton exploite apparemment par groupes des concentrations d'insectes élevées (par exemple des éclosions massives de chironomes).

Comme d'autres espèces, on peut régulièrement capturer des murins de Daubenton en fin d'été en grand nombre devant des grottes, mines, et autres cavités qui seront utilisées comme gîtes d'hibernation (KALLASCH & LEHNERT, 1994a, 1995a; KUGELSCHAFTER, 1995, 1997). Les grottes d'altitude sont aussi attractives en tant que gîtes de reproduction et d'hibernation (contacts estivaux dans les Alpes bavaroises jusqu'à 1700 m, HOLZHAIDER, 1998). Là, le murin de Daubenton est tributaire de l'offre alimentaire des forêts montagnardes et des espaces ouverts. On ne trouve pas de gîtes de mise bas à ces altitudes.

Des murins de Daubenton ont été marqués en grand nombre en Allemagne dans le cadre de travaux scientifiques dans les années 60 et depuis le milieu des années 80. Dans l'ouest de l'Allemagne, la moitié des individus bagués (sans compter les données de la citadelle de Spandau à Berlin) proviennent de gîtes forestiers (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDE *et al.*, 2002). Avec plus de 23 000 baguages, c'est le murin de Daubenton qui se trouve en tête de la liste des chauves-souris baguées dans l'est de l'Allemagne (ZÖPHEL, 1998).

Ecologie trophique et comportement de chasse

Les résultats des travaux de télémétrie et de marquage du murin de Daubenton indiquent que c'est une espèce

Tableau 4 : Observations du murin de Daubenton dans les forêts en Allemagne (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction.

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bavière	LEITL R. (1995) Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet der Mittleren Oberpfalz. DEA de l'université de Munich	1993/94: <ul style="list-style-type: none"> un total de 5 GR avec 4-15 animaux ainsi que 179 individus dans des groupes sans progéniture un total de 68 GR avec 5-35 individus ainsi que de nombreux groupes sans progéniture et des animaux isolés un total de 3 GR avec jusqu'à 20 individus ainsi que 29 individus isolés ou dans des groupes sans progéniture Dans nichoirs pignon bavarois	<ul style="list-style-type: none"> Kohlberger Höhen Ehenbachsenke Naabgebirge 	<ul style="list-style-type: none"> 55 % pin sylvestre, 28 % épicéa commun souvent en mélange avec pin sylvestre, mélèze ou sapin. Part feuillue 10 % : plantations de feuillus précieux et aulnes glutineux ripicoles, exposition nettement sud Stations pauvres, sur de grands espaces à pin sylvestre (80 %) : souvent des peuplements clairs anciens avec des myrtilles et des aïnelles, mais aussi des pinèdes sèches à lichen. A l'intérieur du massif quelques biotopes humides, en partie sud des étangs plus importants Caractère montagnard, pin sylvestre 38 %, épicéa commun 40 %, mélèze 10 %, hêtre 7 %. Patchwork de petits peuplements Impression générale : préférence de forêts claires avec des nichoirs installés en situation dégagée
Bavière	GEBERT A.-K. (1989) Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet bei Füssen. DEA de l'université de Munich	Sept. 1988: GR dans 5 massifs forestiers Dans des nichoirs à mésanges, à chauves-souris ou nichoirs plats	Bannholz Sulzschneider Wald Osterwald Senkelewald Lehen env. 4km NO Forggensee	Forêts montagnardes épicéa-hêtre de nature suivante : Stations sol humide, 11 % de la surface forestière tourbières, en limite de district, 3 grands étangs Stations sol humide, 11% de la surface forestière tourbières, 35 % stations à moraines de fond hydromorphes, nombreux cours d'eau, 1 grand étang, altitude 750-850 m Plusieurs tourbières bombées dans le massif, autrement semblable à Sulzschneider Wald Plusieurs cours d'eau, 2 sommets plus importants, tourbière à l'ouest Impression générale : <i>M. daubentonii</i> est l'espèce la plus abondante de la région !
Brandebourg	SCHMIDT A. (1990) <i>Nyctalus</i> 3: 177-207.	2 GR dans le massif dans des cavités d'arbres	District de Kirschweg	Forêt mélangée productive irrégulière riche en essences, robinier en sous-étage, plantation de hêtre en sous-abri
Hesse	JANSEN E. A. (1993) <i>Nyctalus</i> 6: 587-620.	24.6.92: probablement GR avec 26 individus en cavité d'arbre	Karlsaue à Kassel	Vieux parc avec des étangs, arbre à gîte : chêne de 120 ans avec des trous de pics

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Basse Saxe	BOLDHAUS R. (1988) <i>In</i> : HECKENROTH, H. & POTT, B.: Beiträge zum Fledermausschutz in Niedersachsen. <i>Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs.</i> 17: 40-43	1982 : 2 individus 1983 : 2 individus, probablement. 3 GR 1984 : 2 individus, probablement. 4 GR 1985 : 4 individus 1986 : probablement 1 GR		Forêt de bouleaux-chênes pédonculés fraîche à molinie avec pin, maintenant substituée par pinède claire, sans futaie âgée Forêt de bouleaux-chênes pédonculés fraîche avec pin, forêt humide à hêtre-bouleau-chêne pédonculé, maintenant substituée par des pinèdes et chênaies pédonculées claires, peu de futaies âgées Forêt humide hêtre-bouleau-chêne pédonculé, partiellement substituée par des pinèdes et chênaies pédonculées avec hêtre en sous-étage, très ombragée et humide Impression générale : <i>M. daubentonii</i> occupe aussi des nichoirs sur des pentes ombragées, même quand il y a des emplacements ensoleillés disponibles
Rhénanie-nord-Westphalie	SCHRÖPFER <i>et al.</i> (1984) <i>Abhandl. a.d. Westfäl. Museum für Naturkunde</i> 46(4): 80-143.	27.7.84 : GR avec au moins 10 animaux	Wickede	Fente du tronc d'un vieux hêtre à environ 6 m de hauteur en forêt proche de la lisière près d'un chemin
Rhénanie-nord-Westphalie	EBENAU C. (1995) <i>Nyctalus</i> 5(5): 379-394.	Total 6 arbres à gîte en hêtre, dont au moins 5 en trous de pic : exploitation des gîtes par un groupe de GR d'au moins 33 individus. Cavités d'arbres	Mülheim - Duisburger Wald	Hêtraie d'altitude sur le Holzenberg
Schleswig-Holstein	DIETERICH H. (1994) <i>Nyctalus</i> 5(3/4): 236-241.	1992 : total env. 150 animaux, aussi quelques GR connus	Rixdorfer Tannen, 4 km NO de Plön	Massif reboisé après 1906 avec des chênes, hêtre en sous-étage, quelques parcelles à épicéas, mélèzes, douglas.
Schleswig-Holstein	DIETERICH H. & J. DIETERICH (1991) <i>Nyctalus</i> 4(2): 153-167.	Observations en nichoirs 10 GR avec 4-19 animaux		Massifs feuillus avec peu de vieux bois : deux tiers de tous les arbres inférieurs à 40 ans
Thuringe	WEIDNER H. (1995) <i>Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen</i> 32(3):76-79.	En nichoirs Schwegler 2M, 2FN et 2F 15 animaux , probablement GR	Auma près de Weida	Pessières dans les gorges de l'Auma, restes de forêts alluviales à bois durs anciens
		En nichoirs plats et cylindriques		

mobile à vol rapide, qui franchit sans problème des distances de 7-8 km entre gîte et territoire de chasse (ARNOLD, 1999; ARNOLD *et al.*, 1996a; DIETZ, 1993; EBENAU, 1995; GEIGER, 1992). Toutefois, le plus souvent elle ne dépasse pas quelques centaines de mètres (EICHSTÄDT, 1995; GEIGER, 1992; RIEGER, 1996a). Ces travaux permettent d'évaluer l'importance des différents biotopes comme habitat. Tous les auteurs observent, hormis la chasse habituelle sur des plans d'eau, la chasse au-dessus des prairies ou en forêt. EICHSTÄDT (1995) a trouvé des murins de Daubenton dans un peuplement de chênes de 110 ans et dans une futaie très dense de chênes pédonculés septuagénaires. Les murins de Daubenton y chassent dans les trouées. Dans cette étude, l'aire d'activité individuelle occupait en moyenne 49 ha. A l'intérieur de cette surface, les aires de chasse active varient suivant les différents rapports entre 100 m² (TAAKE, 1992) et 7 500 m² (ARNOLD, 1999). Elles dépendent surtout de la taille et de la structure des plans d'eau exploités (étangs, lacs ou cours d'eau). D'après RIEGER *et al.* (1990) les murins de Daubenton suivent des « routes de vol » entre leurs arbres-gîtes et le territoire de chasse. ARNOLD (1999) a observé le même phénomène dans les plaines rhénanes du badois du nord. D'autres études ne confirment pas ce phénomène (DIETZ, 1997).

Des analyses de guano indiquent que le régime alimentaire se compose surtout de chironomes (diptères nématocères), invertébrés typiques des eaux calmes (ARNOLD, 1999; BECK, 1995; SWIFT & RACEY, 1983; TAAKE, 1992). Les trichoptères, éphéméroptères, coléoptères et lépidoptères n'occupent par contre qu'une petite part de ce régime. La palette des proies peut varier, et la part des insectes terrestres peut augmenter en été. ARNOLD (1999) suppose qu'à cette époque un déplacement partiel des territoires de chasse s'effectue des plans d'eau vers les massifs forestiers.

Gîtes

Gîtes naturels

On sait depuis longtemps que les gîtes d'été du murin de Daubenton se situent surtout dans des cavités d'arbres (p. ex. NYHOLM, 1965; HELMER, 1983). On ne connaît par contre aucune donnée hivernale en cavités d'arbres. On trouve régulièrement des gîtes de reproduction en forêt. Des découvertes estivales dans des fentes de bâtiments sont plus rares. Les animaux occupent des trous de pics ou des fentes dans les troncs de hêtre, chêne (ARNOLD *et al.*, 1996a; EBENAU, 1995; v. HELVERSEN *et al.*, 1987; JANSSEN, 1993; LABES *et al.*, 1990), bouleau (FISCHER & KISSNER, 1994), épicéa (LABES, 1989a), tremble (NYHOLM, 1965), chêne rouge (LIMPENS & BONGERS, 1991), charme et orme (RIEGER, 1996a).

Des associations occasionnelles existent avec des espèces de noctules (p. ex. MERZ, 1991), mais aussi avec le

grand murin (RIEGER, 1996a), l'oreillard roux (SWIFT & RACEY, 1983), la pipistrelle de Nathusius et le murin de Bechstein (GEIGER, 1992).

CERVENY & BÜRGER (1989) ont trouvé des murins de Daubenton cachés derrière des écorces décollées. On a découvert à ce jour 40 arbres à murins de Daubenton à Giessen dans la forêt des Philosophes, forte de 20 ha; ce sont soit des loges de pics, soit plus rarement des fentes ou des trous dans les branches élargis par la pourriture, à une hauteur comprise entre 3 et 25 m (DIETZ, 1997). Sur ces 40 arbres, une petite proportion seulement est utilisée chaque année (1997 p. ex. 5 loges). RIEGER (1996a) décrit 70 gîtes de murins de Daubenton, dont 11 % dans des chênes, 3 % dans des charmes, 74 % dans des hêtres, et le reste dans des bâtiments, ponts, nichoirs et d'autres essences d'arbres. Dans une forêt de 150 ha, il existe au moins 50 gîtes. La quasi-totalité des cavités se trouve dans des arbres vigoureux proches des lisières et à moins de 1,5 km d'un plan d'eau. Les entrées des gîtes ont souvent une forme de fente suite à un éclatement et se situent dans la portion du tronc comprise entre 1 et 5,5 m au-dessus du sol (voir aussi GEIGER, 1992). L'espace intérieur s'étend en moyenne sur 60 cm au-dessus de l'entrée. La cavité est donc plutôt vaste, autant pour le type trou de pic (GEIGER, 1992) que pour le type fente créée par la foudre (RIEGER, 1996a). Rieger explique aussi la part importante du hêtre parmi les arbres-gîtes par sa grande capacité à stocker la chaleur. Les résultats sont semblables dans l'aire d'étude du nord badois (ARNOLD, 1999): les arbres à cavités sont proches des lisières (< 25 m), l'essence préférée étant le hêtre (loges de pics ou cavités de pourriture au-dessus de l'entrée). La hauteur moyenne au-dessus de l'entrée est de 46 cm sur 23 gîtes à murins de Daubenton. Ceci confirmerait le besoin en gîtes spacieux de cette espèce.

Gîtes artificiels

Même si les territoires de chasse préférés du murin de Daubenton sont au-dessus des plans d'eau, ses gîtes n'en sont pas nécessairement proches. Nous avons connaissance de nombreux gîtes de mise bas avec de grands nombres d'individus dans des nichoirs dans différentes forêts assez éloignées de plans d'eau. Dans les études bavaroises citées au début, on a pu déterminer par endroits des taux d'occupation très élevés: par exemple environ 1300 individus dans plus de 50 groupes de mise bas dans la forêt de Neudorf d'environ 1500 ha (office forestier du district Schnaittenbach, Haut-Palatinat, Bavière, LEITL, 1995). Le murin de Daubenton colonise divers types de nichoirs, tels que des nichoirs à pignon bavarois, des Schwegler 2F et 2FN, des « Thüringer Rundbogen » (arcs de cercle thuringeois) et autres nichoirs. Il semble important qu'il y ait un volume minimal. On trouve cette espèce plus rarement dans des nichoirs plats.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Le murin de Daubenton est l'espèce forestière la plus commune dans l'aire couverte par le programme, notamment par le nombre de gîtes de mise bas (présent dans 19 aires d'études sur 24, dont 7 avec gîtes de mise bas). Il se trouve autant en forêt de montagne qu'en forêt alluviale.

Étant donné le nombre important d'études disponibles sur l'écologie de cette espèce (cf. ci-dessus), aucune étude supplémentaire n'a été conduite sur le murin de Daubenton.

L'importance du milieu forestier pour le murin de Daubenton

La forêt joue un rôle vital pour le murin de Daubenton, en fournissant un nombre important de gîtes d'été, parmi lesquels les loges de pic et les fentes d'arbres occupent un rang prépondérant. Les arbres-gîtes préférés sont les feuillus (hêtre et chêne), proches des lisières et des plans d'eau. La forêt sert aussi temporairement de terrain de chasse, surtout quand elle est proche de plans d'eau. Le murin de Daubenton chasse autant en forêt feuillue que résineuse. La forêt représente donc tout d'abord un site pour le gîte. Pour favoriser les populations du murin de Daubenton, il convient de maintenir des arbres âgés riches en cavités, par exemple fendus par la foudre, à proximité de l'eau.

3.1.2. Le murin de Brandt (*Myotis brandtii* [Eversmann, 1845])

Indications générales

Le murin de Brandt appartient aux espèces indigènes dont les exigences environnementales sont les plus difficiles à cerner. En Allemagne, il a été distingué de l'espèce proche *Myotis mystacinus* (GAUCKLER & KRAUS, 1970) seulement depuis 30 ans. Le niveau très faible des connaissances sur ses exigences écologiques a motivé de gros efforts de recherches lors de la deuxième et troisième année du programme (voir plus loin et Dense & Rahmel in MESCHEDE *et al.*, 2002).

La présence du murin de Brandt a pu être confirmée dans presque tous les länder fédéraux. Son statut de chauve-souris forestière n'est pas clairement établi. De même, il n'y a pas à ce jour de données établies sur le statut et l'évolution de ses populations (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Dans les zones paléarctiques de Russie, au centre de son aire de distribution, il est considéré comme une espèce forestière typique (STRELKOV, 1983: «*M. brandtii* is a typical forest boreal species»). En Allemagne en revanche, l'espèce a été observée autant

en bâtiment qu'en cavités d'arbres ou nichoirs. Certaines découvertes souffrent à nos jours d'incertitudes quant à la détermination, car la distinction correcte avec l'espèce jumelle *Myotis mystacinus* n'est pas toujours exempte de doutes. Il existe aussi des colonies mixtes comprenant les deux espèces (Geiger, comm.pers.). On peut aussi rencontrer le murin de Brandt en altitude: HOLZHAIDER (1998) a pu le contacter 14 fois dans les Alpes bavaroises dans des gîtes en chalet (jusqu'à 1420 m d'altitude), et par capture au filet dans des grottes (jusqu'à plus de 1700 m d'altitude). Contrairement au murin à moustaches, on n'a pas pu trouver de gîte de reproduction du murin de Brandt en zone montagnarde. ROER (1975a) suppose que les gîtes de reproduction du murin de Brandt se trouvent à une altitude moindre que ceux de son espèce jumelle et à proximité de l'eau.

La littérature spécialisée ne rapporte que relativement peu de découvertes certaines du murin de Brandt dans des gîtes forestiers (Tableau 5).

Baguage et comportement migratoire

Le murin de Brandt compte en Allemagne parmi les espèces à migration moyenne avec des distances entre gîte d'été et d'hiver allant jusqu'à 250 km. Seule une découverte d'une distance franchie de presque 800 km est connue entre la Lituanie et la Bohême (HANAK, 1987). Certaines connaissances sur les migrations saisonnières de cette espèce ont pour origine des observations en Saxe-Anhalt: des animaux bagués en été dans la région de Salzwedel ont été retrouvés dans des gîtes d'hibernation au nord du Harz (OHLENDORF, 1990). Dans le cadre du présent projet, des études précises ont été menées en 1997 pour savoir si les sites de transit s'établissent de préférence en forêt ou dans des bosquets (voir aussi Ohlendorf *et al.* in MESCHEDE *et al.*, 2002).

Depuis la distinction des deux espèces jumelles par le centre de baguage des länder de l'ouest il y a trente ans, moins de 70 murins de Brandt ont été bagués dans les régions concernées. Plus de 50 provenaient de gîtes d'hiver, aucun d'un gîte forestier d'été (Kiefer & Hutterer in MESCHEDE *et al.*, 2002). Dans les länder de l'est par contre, plus de 1900 animaux ont été bagués (ZÖPHEL, 1998).

Écologie trophique et comportement de chasse

Des recherches approfondies ont permis de donner des indications précises sur les exigences environnementales d'autres espèces de chiroptères (murins de Bechstein et de Daubenton, grand murin). Pour le murin de Brandt c'est différent. Bien que plusieurs auteurs (p. ex. ROER, 1975a; SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998; TAAKE, 1984; SCHRÖPFER *et al.*, 1984) supposent qu'il existe une préférence pour des habitats riches en forêts et proches de l'eau, il n'y a que peu de données précises sur les exigen-

Tableau 5 : Observations du murin de Brandt dans les forêts allemandes (données bibliographiques)
GR = gîte de reproduction

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Mecklembourg-Poméranie occidentale	LABES, R. (1988): <i>Nyctalus</i> 5 : 427-430.	14.6. et 14.8.86 : 1 ♂ en nichoir FSI 1980 : GR	Ventschow; Kastenrev. Brahistorfer Hütte, Damerower Wald (région de Schwerin)	
Rhénanie-nord Westphalie	SCHRÖPPER, R., FELDMANN, R. & VIERHAUS, H. (1984): <i>Abhandl. a.d. Westfäl. Museum für Naturkunde</i> 46(4) : 80-143.	8/83 : plusieurs fois des animaux en nichoirs FSI	canton Minden-Lübbecke	Près d'un étang
Thuringe	WEIDNER, H. (1995): <i>Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen</i> 32(3) : 76-79.	6/94 : 9 animaux dans des nichoirs plats Thiese et Bäss	Auma près de Weida	Pessières entourées de champs, prairies et étangs Parcs avec vieux peuplement riche en cavités de chêne et hêtre, divers plans d'eau Pessières des gorges de l'Auma, restes de la forêt alluviale à bois dur ancienne
Thuringe	TRESS, C. <i>et al.</i> (1994): Fledermäuse in Thüringen. Naturschutzreport 8.	53 % de tous les gîtes estivaux dans des nichoirs en forêt; GR en nichoirs partiellement constitués de < 10 ind.	Pas de données sur les lieux d'observation	GR surtout à 250-350 m d'altitude

ces écologiques. Les données les plus précises peuvent être trouvées chez TAAKE (1984, 1992), qui a mené ses études en Basse-Saxe et en Westphalie de l'est. L'auteur a recensé les types de biotopes (méthode NYHOLM, 1965) dans un rayon d'un km autour d'un gîte d'été de murin de Brandt. Mais le taux de boisement (48%) n'a été déterminé que pour un rayon de 500 m. Les résultats de télémétrie établis récemment dans le cadre du présent projet (voir plus loin et Dense & Rahmel *in* MESCHEDE *et al.*, 2002), viennent relativiser les données de TAAKE (1984). La distance de 500 m n'a en effet pas de sens pour le murin de Brandt, puisqu'on a pu démontrer par télémétrie que les distances couvertes entre le gîte et le territoire de chasse peuvent aller jusqu'à presque 11 km pour un individu (voir Dense & Rahmel *in* MESCHEDE *et al.*, 2002). Le taux de boisement établi par TAAKE (1984) aux environs du gîte ne permet donc pas de déduction sur son exploitation.

Entre 1986 et 1989, TAAKE (1992) a réalisé dans la même aire de recherche des captures au filet au-dessus des plans d'eau forestiers et des analyses d'excréments dans trois massifs forestiers avec différentes compositions de peuplements. D'après ces études, le murin de Brandt chasse à plus de 90% des papillons de nuit et des tipules, et exploite la végétation basse d'une façon opportuniste.

JONES (1991) suppose que le murin de Brandt a une maniabilité supérieure à celle du murin à moustaches en habitat forestier grâce à la forme de ses ailes légèrement plus larges.

Gîtes

Gîtes naturels

Il n'y a que très peu d'observations en cavités ou fentes d'arbres. Les observations de colonies de reproduction y sont rares (entre autres Hasbruch, aire d'étude n°3) et les mentions d'hivernages inexistantes. La très grosse part des murins de Brandt hibernerait dans des cavités souterraines (caves, mines, grottes naturelles).

Les arbres servent aussi de gîtes d'accouplement. Dense & Rahmel (rapport du projet 1997 et MESCHEDE *et al.*, 2002) ont pu observer, à l'aide de capsules lumineuses, un mâle (probablement) en rut accroché à plusieurs reprises contre un arbre à une hauteur de 5 à 8 m.

On trouve occasionnellement le murin de Brandt en cohabitation avec d'autres espèces habitant des fentes. En dehors du murin à moustaches déjà cité à plusieurs reprises, il y a la pipistrelle de Nathusius (p. ex. SCHMIDT, 1979; HEISE, 1983a; Ohlendorf, rapport du projet 1997) et la pipistrelle commune (SCHMIDT, 1979; HEISE, 1983a; Fuhrmann, rapport du projet 1996).

Gîtes artificiels

Les gîtes de reproduction se trouvent souvent dans des

fissures dans des greniers ou derrière les bardages des maisons, mais aussi en nichoir. La taille d'une colonie peut varier énormément et dépend probablement de la taille du gîte. Dans des colonies connues elle varie entre moins de 10 et plus de 250 femelles adultes.

Le murin de Brandt utilise en été dans certaines régions des nichoirs, seul ou en colonie. Issel rapportait déjà en 1961 en Bavière (*in* KRAUS & GAUCKLER, 1972) la découverte d'un murin de Brandt dans un nichoir. D'autres informations proviennent de BOLDHAUS (1988, nichoir Schwengler), HEISE (1983a – gîte de reproduction dans un nichoir en bois Stratmann du type FS1; 1985a – un mâle isolé dans un nichoir de la taille d'un paquet de cigarettes), KALLASCH & LEHNERT (1995b), SCHMIDT (1979), TAAKE & HILDENHAGEN (1989). Ces derniers ont constaté une préférence du murin de Brandt pour des nichoirs à entrée en forme de fente. Meisel & Woiton (rapport du projet 1996) ont trouvé un gîte de reproduction dans un nichoir plat en Streitwald près de Borna (Saxe), et SCHORCHT (1998) rapporte l'observation d'un mâle à début septembre sur un mirador de chasse, qui sert par ailleurs de gîte à une noctule de Leisler.

Des planches à chauves-souris montées par HÜBNER & PAPADOPOULOS (1998) contre des miradors dans le district de Coburg (Haute-Franconie, Bavière du nord) avaient été adoptées peu de temps après par des murins, aussi comme gîte de reproduction. Il est probable qu'il y avait des murins de Brandt parmi les animaux identifiés seulement à vue.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Dans les 24 forêts dont la faune a été étudiée, la présence du murin de Brandt a pu être constatée 8 fois d'une façon certaine, dont 4 fois dans des forêts alluviales ou humides. Six gîtes de mise bas ont été découverts, dont trois en forêt alluviale et trois dans d'autres types de forêts (mais jamais en forêt de montagne).

Deux thèmes ont été plus particulièrement étudiés dans le programme F+E :

- choix des territoires de chasse par télémétrie
- attitudes de migration («forest hopping») par baguage.

Si l'on se base sur les données de STRELKOV (1983), on doit classer le murin de Brandt dans la partie orientale de son aire de distribution paléarctique parmi les chiroptères «typiquement forestiers». Ceci était le raisonnement à l'initiative des études dans une forêt de pacage ancienne d'environ 650 ha, qui est caractérisée par un état très proche de l'état naturel (Hasbruch à l'ouest de Brême, aire d'étude n°3). Ici la question de l'exploitation de l'habitat a été étudiée entre 1997 et 1998 sur 7 animaux suivis par radio-pistage et sur 7 animaux équipés de bâtonnets lumineux (voir aussi Dense & Rahmel *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Les principaux résultats sont :

Télémétrie

- aucune des 7 femelles suivies n'a chassé exclusivement dans le massif forestier, mais toutes au moins partiellement. Quatre animaux ont passé entre 50 et 90 % de leur temps de vol total en forêt (sans tenir compte du nombre différent de nuits d'observation). Une partie des zones parcourues en forêt pouvait être classée comme territoire de chasse, le reste était des zones de transit. En dehors des parcelles forestières fermées les animaux ont chassé le long des haies, alignements d'arbres, boisements champêtres et fossés ;
- à l'intérieur du Hasbruch, 6 femelles pour lesquelles les données étaient exploitables ont exploré en 28 nuits, entre la mi-juin et septembre, 18 territoires individuels et 13 juxtaposés (surface totale 180 ha). La superposition des territoires de chasse avec les relevés de peuplements forestiers du Hasbruch effectués par R. Leitl a donné les résultats suivants :
 - les peuplements exploités avaient plus de 80 ans ;
 - le couvert forestier était supérieur à 90 % ;
 - le taux de couverture dans la strate supérieure était de plus de 85 %, dans la strate intermédiaire d'environ 50 % et le taux de couverture dans la strate arbustive était de près de 20 % ;
 - une parcelle précise a été exploitée tout particulièrement comme territoire de chasse. Ce peuplement de chêne-charme de 130 ans sur 14 ha, richement structuré en 5 strates, dispose d'une couche arbustive avec jusqu'à 10 % de la surface en houx. Elle est relativement proche du gîte ;
 - des peuplements résineux aussi sont exploités.
- certains individus ont chassé sur plus de 10 parcelles différentes, mais ils ont montré chacun une préférence pour un territoire de chasse différent en dehors de la forêt ;
- les territoires de chasse en dehors de la forêt sont rejoints en longeant des structures, mais il n'y a pratiquement jamais de détour sur la route entre le gîte à l'intérieur et le territoire à l'extérieur de la forêt ;
- la télémétrie a permis la découverte de plusieurs gîtes naturels dans des arbres du Hasbruch, que les animaux visitent régulièrement.

Les données ne suffisent pas pour une exploitation statistique, il faut donc seulement les prendre comme une description. Dans ce contexte il faut tenir compte du fait que l'ensemble du Hasbruch (qui entre-temps est devenu un site naturel protégé sur toute sa surface) est constitué d'une forêt particulièrement âgée (cf. chapitre 3.5.1). Le murin de Brandt préfère probablement une strate d'une faible densité dont le feuillage gêne peu son vol relativement rapide et de basse altitude.

Une des femelles étudiée en 1998 parcourait presque 11 km de distance avant d'atteindre son territoire de chasse formé d'un paysage ouvert avec des haies et alignements d'arbres en bordure d'une ancienne tourbière. La « proximité d'eau » citée dans la littérature pour cette espèce pourrait être concrétisée ici par la présence de fossés.

Les résultats de 1998 n'ont pas été confirmés en 1999. Dense & Rahmel (*in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) ont suivi deux autres femelles en mai et juin 1999, avant la saison des mises bas. Ils ont constaté alors que 88 à 97 % des territoires de chasse se situaient à l'intérieur de la forêt : ces animaux ne quittaient le Hasbruch que rarement. Cela montre l'importance saisonnière que peut avoir la forêt pour certaines espèces (voir aussi le chapitre 3.1.4. « Le murin de Natterer »). On peut supposer que les forêts offrant une alimentation indispensable à proximité immédiate du gîte jouent un rôle tout particulier avant et pendant la saison de mise bas. Dense & Rahmel (*in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) ont calculé que les 9 individus étudiés d'une colonie de mise bas de 250 individus, utilisent une surface d'au moins 100 km².

Bâtonnets lumineux et écologie trophique

Les observations sur 6 femelles et 1 mâle ont été rares mais ont donné des résultats concordants : tous les animaux ont eu un vol rapide et sinueux à des altitudes comprises entre 3 et 10 m, basses par rapport à la hauteur du peuplement. Le vol paraît désordonné. Des vols en dehors de la forêt près d'une haie arborée, ainsi qu'une brève apparition au-dessus d'un étang ont pu être observés. Des « sorties » rapides sur des clairières, et des changements fréquents entre forêt et clairières étaient des attitudes typiques.

Ces observations confirment la supposition selon laquelle le murin de Brandt aurait besoin d'un espace de vol relativement dégagé dans la strate inférieure entre 3-7 m du sol pour lui permettre de maintenir sa vitesse de vol.

L'analyse de quelques rares excréments par I. Wolz dans le Hasbruch montre des découvertes surprenantes d'araignées, opilions et perce-oreilles, des proies évoluant donc sur le substrat. La proximité à la végétation décrite par TAAKE (1992) permet occasionnellement de « glaner » sur le substrat. Ces captures pourraient être réalisées lors de vols stationnaires, ou en grim pant directement le long des arbres. Aucune observation directe de chasse par glanage n'a encore été décrite pour cette espèce.

Baguage et comportement migratoire

L'hypothèse d'un « forest hopping », c'est-à-dire d'une recherche précise de forêts et bosquets lors de migrations saisonnières a été étudiée en Saxe-Anhalt. Presque

1400 nichoirs (bois et béton de bois) ont été montés (voir aussi Ohlendorf *et al.* *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) le long d'un transect d'environ 200 km, compris entre des gîtes d'été connus (groupe de gîtes de mise bas avec environ 80 femelles, dans plusieurs nichoirs dans les taillis d'aulnes des plaines du Landgraben-Dumme dans le canton Altmark) et des gîtes d'hibernation connus dans des cavités souterraines des contreforts nord du Harz. 312 murins de Brandt ont été bagués entre 1996 et 1997 dans un ensemble de 10 groupes de nichoirs. En 1997, aucun n'a été retrouvé dans les nichoirs du transect. Par conséquent on ne peut pas actuellement affirmer qu'il existe une préférence éventuelle pour des aires de repos riches en forêts entre les gîtes d'été et d'hiver pour le murin de Brandt.

Taux de boisement dans l'environnement des gîtes

Nous avons déjà cité les relevés du taux de boisement dans l'environnement de 500 m de rayon autour des gîtes du Murin de Brandt par TAAKE (1984). Une évaluation assistée par SIG du taux de boisement et de la proportion feuillus/résineux a été établie en Bavière pour des zones de 500 m à 30 km autour de gîtes d'été du murin de Brandt (voir Fig. 2). Il se trouve que le taux de boisement dans un rayon de 500 m autour du gîte est en moyenne de 25 %. Ce taux augmente jusqu'à une distance de 5 km à 30 %. Ensuite ce taux s'approche de la valeur moyenne du land à environ 34 %. Une éventuelle préférence pour des régions plus riches en feuillus n'a pas pu être démontrée. La part feuillue n'était plus élevée que dans un rayon d'un km autour des gîtes en comparaison avec les forêts plus proches et celles plus éloignées. Pour des données plus détaillées voir Gleich (*in* MESCHÉDE *et al.*, 2002).

L'importance du milieu forestier pour le murin de Brandt

On ne peut pas conclure, d'après les connaissances actuelles, à un statut d'espèce forestière pour le murin de Brandt. Apparemment il peut chasser d'une manière opportuniste et saisonnière dans différents types de milieux forestiers, tant que l'offre en gîte est suffisante. Il est capable de grandes performances de vol, et il peut s'éloigner à de grandes distances du gîte de reproduction et de toute forêt pour trouver son alimentation principale. Sa préférence pour des papillons de nuit peut être satisfaite dans de nombreux habitats. Le stade du cycle de reproduction joue apparemment un rôle important, et les forêts sont l'espace primordial tout particulièrement avant et pendant l'époque de mise bas. La typologie des gîtes arboricoles semble aussi importante. Le maintien des arbres riches en fentes, par exemple

foudroyés, et des arbres à écorces écartées favorise cette espèce.

Il reste encore beaucoup à découvrir sur le murin de Brandt.

3.1.3. Le grand murin (*Myotis myotis* [Borkhausen, 1797])

Indications générales

Parmi les espèces autochtones, on considère généralement le grand murin comme faisant partie des espèces assez bien connues, car marquantes et relativement faciles à observer. Ceci est surtout vrai en ce qui concerne les gîtes localisés dans des combles, mais on connaît aussi relativement bien ses préférences en matière d'habitat, ses habitudes alimentaires et sa stratégie de chasse. Tout le monde s'accorde à affirmer que cette espèce est anthropophile et n'a colonisé l'Europe centrale que depuis l'époque historique, donc lors des deux derniers millénaires. Elle a investi les zones naturelles privilégiées par la chaleur. D'après BAUER & WEISSENSTEINER (1987), le grand murin est une espèce « guide des phases de l'agriculture », donc de l'époque des grands défrichements et de l'activité colonisatrice humaine, avec la création annexe de grands gîtes dans des bâtiments. Il y a aussi discussion à savoir si le recul du paysage de culture extensive des 40-50 dernières années en Europe centrale n'a pas repoussé cette espèce des paysages ouverts vers des espaces refuges constitués par les forêts, où elle semble trouver de nos jours les seuls endroits fournissant des conditions de vie adaptées. Cette opinion d'une colonisation tardive s'appuie aussi sur les découvertes rares à très rares de restes du grand murin dans les sédiments des grottes. Par exemple, dans la grotte des Zoolithes de la Suisse franconienne (Bavière du nord) seulement 3 % environ des mandibules étudiées des 10 000 années passées provenaient de *Myotis myotis*. En comparaison, les grands murins représentent environ 40 % des chauves-souris capturées à la grotte d'Esper toute proche (LIEGL, 1987; RUPP, 1991). Tous les auteurs s'accordent pour dire que l'on ne trouve pas ou alors très rarement de grand murin en altitude. En Allemagne, les découvertes le plus en altitude ont été réalisées dans les Alpes bavaroises à environ 1 250 m lors de captures au filet devant des grottes calcaires (HOLZHAIDER, 1998; Rudolph & Meschede, non publié). GÜTTINGER (1997) a étudié par télémétrie des grands murins en train de chasser jusqu'à 1 200 m environ dans les Alpes de l'est de la Suisse, et SPITZENBERGER (1988) a trouvé exceptionnellement un grand murin solitaire à 1 505 m.

Les gîtes de mise bas se trouvent en général dans de vastes combles. L'importance des colonies peut varier énormément, entre quelques adultes jusqu'à plus de

5000 animaux (Rhénanie-Palatinat). Le grand murin est présent dans tous les länder fédéraux et l'importance des colonies décroît continuellement de la Bavière/Bade-Wurtemberg au Mecklembourg-Poméranie occidentale (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Le centre de gravité de la répartition en Bavière se situe dans les espaces naturels du nord riches en forêts feuillues, par exemple dans les Alpes franconiennes. Avec une moyenne de 271 individus par colonie pour un ensemble de 250 colonies de reproduction, on a comptabilisé en 1998 plus de 67 000 animaux dans toute la Bavière (Rudolph, comm. pers. 1998). On trouve aussi de grandes colonies dans les espaces naturels riches en forêts du Bade-Wurtemberg et de la Rhénanie-Palatinat (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Le gîte de reproduction du grand murin le plus septentrional connu en Allemagne se trouve à Waren/Müritz en Mecklembourg-Poméranie occidentale. Celui-ci représente un des deux gîtes connus dans ce land, et comprend environ 100 animaux (GRIMMBERGER & LABES, 1995).

En 1955 il existait encore une colonie forte de plusieurs centaines d'individus dans le Teutoburger Wald (Rhénanie-Westphalie) à Schwalenberg (Goethe, in SCHRÖPFER *et al.*, 1984) et une colonie de presque 1000 individus à Ahlden en Basse-Saxe au début des années 60 (BENK & HECKENROTH, 1991). Ces colonies semblent aujourd'hui éteintes.

Après une chute des populations entre les années 50 et la fin des années 70, qui a pu être observée partout en Allemagne, on s'accorde sur une faible tendance au rétablissement depuis environ 10 ans. Les principales raisons du recul seraient la destruction des gîtes et l'emploi de pesticides dans les gîtes et les habitats de chasse. On considère cette espèce comme menacée sur toute l'Europe et elle est citée dans l'annexe II de la Directive HFF de l'UE. Ses habitats sont donc à conserver et à optimiser.

On place le grand murin parmi les migrateurs moyens avec des distances allant jusqu'à 200 km entre les gîtes d'été et d'hiver. Le centre de baguage pour les länder de l'ouest a archivé plus de 19 000 grands murins dans les 50 dernières années, dont plus de la moitié en gîte d'hibernation, environ 30 % en gîte de reproduction et seulement un faible pourcentage en habitat forestier (p. ex. nichoirs, Kiefer & Hutterer in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Dans les länder de l'est, un nombre relativement important de grands murins (environ 19 700) ont été bagués entre 1960 et 1995 (ZÖPHEL, 1998).

Ecologie trophique et comportement de chasse

Ces dix dernières années, plusieurs études pluriannuelles intenses se sont penchées sur les habitats et habitudes de chasse du grand murin en Europe centrale (ARLETTAZ, 1995; AUDET, 1990; EICHSTÄDT, 1995; GÜTTINGER, 1997; RUDOLPH, 1989). Le Tableau 6 résume les résultats de ces études.

Tableau 6 : Etudes de télémétrie menées sur le grand murin en Europe

	RUDOLPH, 1989	AUDET, 1990	ARLETTAZ, 1995	EICHSTÄDT, 1995	GÜTTINGER, 1997
Aire d'étude	Bavière du nord : Suisse franconienne et bassin central de la Franconie ; hautes futaies de hêtre ; pinèdes ; vallée fluviale riche en prairies	Bavière du sud : préalpes ; forêts résineuses (épicéa) ; forêts feuillues mélangées ; prairies	Suisse du sud-ouest : Valais	Brandebourg du nord : Uckermark ; hêtraies, terrain agricole, grands plans d'eau	Hêtraies de Suisse orientale : hêtraies, forêts résineuses et mélangées
Année(s)	1988	1988-1989	1991-1993	1993-1995	1991-1993
Nombre d'animaux suivis	12 ♀	3 ♂, 21 ♀	23 ♀	5 ♂	35 ♀
Superficie moyenne du territoire individuel de chasse	5-15 ha (superposition des territoires de chasse individuels)	26-74 ha	36,2 ± 17 ha	5-50 ha	0,3-3 ha en forêt 0,6-5 ha sur cultures ouvertes
Distances du territoire de chasse de la colonie depuis le gîte	2,5 jusqu'à 12 km max.	jusque > 9 km	8,6 ± 6 km (max. 25 km)	Quelques centaines de mètres jusqu'à 2,5 km ; les 5 femelles chassaient sur env. 3 km ² (300 ha) de surface	13-14 km (max. 17 km)
Habitats de chasse préférés	Forêts de feuillus avec 70 % de sol dégagé : exploitées à 77-85 % ; forêt mélangée avec 30-70 % de sol dégagé : exploitée à 15 % ; pinède avec 30 % de sol dégagé : exploitée à ~ 4 % ; surfaces non forestières (prairies, champs) : ~ 4 %	Pessières ; mais aussi forêts feuillues mélangées	Prairies fraîchement fauchées dans les trois premiers jours après la fauche ; les zones à herbes hautes sont évitées ; vergers à prairie extensive ; forêts mélangées et à pin des plaines sans sous-étage	Vieilles hautes futaies claires de hêtre (âge env. 130 ans) et leurs lisières ; différences entre printemps, été et automne ; hêtraie mélangée avec chêne et épicéa ; jeunes peuplements de pin et mélèze	Types forestiers : exclusivement forêts régulières, donc haute futaies à un seul étage, préférence pour des futaies moyennes avec espace de vol libre à proximité du sol ; sans forêt jardinée ; sans taillis ou taillis sous futaie ; généralement forêts mélangées, rarement forêts résineuses

	RUDOLPH, 1989	AUDET, 1990	ARLETTAZ, 1995	EICHSTÄDT, 1995	GÜTTINGER, 1997
Caractéristiques particulières des habitats de chasse	Sol dégagé sur une part d'env. 70-75 % ; bonne disponibilité et perception des proies au sol	Forêt dominée par des épicéas, territoires de chasse en forêts avec des vallées, arbres distants de > 1,5-2 m les uns des autres ; les branches les plus basses à 10 m au-dessus du sol, bonne disponibilité des proies vivantes au sol	Bonne disponibilité des proies vivantes au sol	Sol nu à légèrement couvert ; taux de volume/couverture du peuplement entre 6 et 9-11 (sur 13) ; vieilles hêtraies	Peuplements avec strate des houppiers légèrement éclaircie (taux de couverture 61-90 %) ; au moins 50-75 % du sol dégagé et pauvre en arbustes ; relief et exposition sans importance ; la moitié des territoires de chasse en forêt sur stations riches ; hêtraies à reine des bois et mélampyre ; aussi terrains agricoles (prairies, près et champs), mais seulement à l'état de sol dégagé, donc fraîchement fauché, récolté ou pacagé
Habitats de chasse évités	Paysage ouvert ; pinède	(paysage ouvert)	Prairies denses, paysage ouvert, vignes et forêts avec sous-étage dense	Pas de données	Forêts résineuses avec des futaies âgées (éventuellement à cause de l'invasion progressive par herbes et arbustes)
Nombre des territoires de chasse et changements par nuit	1-15 territoires de chasse	1-2 territoires de chasse, fidélité élevée aux territoires de chasse	2-5 territoires de chasse	2-7 territoires de chasse	Changements brusques entre territoires de chasse dans la nuit
Hauteur de chasse préférée	0,5-1 m au-dessus du sol	Pas de données	30-70 cm au-dessus du sol	Pas de données	30-50 cm au-dessus du sol
Taille des proies	De taille moyenne	19 ± 4 mm ; 0,23 ± 0,1 g	≥ 14 mm et plus lourdes que 0,05 g	Coléoptères > 10 mm constituaient 97 % des proies ; < 10 mm 1,3 %	Pas de données
Proie principale	Carabidés	Pas de données	Carabidés 60 % chenilles 25 % grillons charbonniers 10 %	Coléoptères (carabidés, scarabées coléoptères du feuillage)	Carabidés dominants pendant toute l'année, mais diminution en août au profit des tipules - <i>Tipula paludosa</i>
Proie principale en fonction des saisons	Pas de données	Pas de données	Grillons charbonniers 45 % en mai (4x plus que carabidés) ; hanneton carabidés disponibles toute l'année	Pas de données	Hanneton après éclosion en mai (à hauteur des houppiers) ; certaines années l'exploitation des forêts diminue en été et au profit des prairies et champs

	RUDOLPH, 1989	AUDET, 1990	ARLETTAZ, 1995	EICHSTÄDT, 1995	GÜTTINGER, 1997
Stratégie de chasse	Vol de recherche près du sol en suivant le relief (observation au bâtonnet luminescent)	Chasse au vol	Chasse au sol (vol de recherche et stationnaire à 30-70 cm au-dessus des proies, tentative de capture puis poursuite à hauteur de 5-15 m); chasse aérienne (aussi autour des houppiers); pas de chasse au sol par déplacement au sol; ni style gobemouche; consommation des proies normalement en vol, sauf proies plus grandes, consommées au lieu de repos	Chasse près du sol; souvent entre les troncs des vieilles futaies; atterrissage avec courte recherche dans la litière (observations par outils de vision nocturne)	Avant l'atterrissage séquence de vol stationnaire, reste au sol env. 1 sec. (chasse aux carabidés); chasse aux tipules des prairies par glanage sur les brins d'herbes; capable d'une chasse sur tout petit terrain (souvent que qq. m ² librement accessibles); passage de chasse au sol à la chasse en l'air
Gîtes	Phase de repos nocturne et gîtes diurnes autres que gîtes de reproduction en cavités d'arbres, fentes rocheuses, grottes, granges, clochers et sur des arbres	Phases de repos pendant la nuit en bâtiments ou cavités d'arbres (hêtre), > 15 m au-dessus du sol	Pas de données	Gîte diurne en cavités et fentes d'arbre, toutes en vieux hêtres: rupture de branche pourrie (9 m et 12 m de hauteur), cavité par pourriture dans une fourche	Pas de données
Interprétations particulières des auteurs	Les pinèdes sont souvent munies d'une végétation dense au sol à cause de la pénétration de la lumière, hêtraies par contre offrant des zones à sol dégagé avec litière, où les carabidés produisent des bruissements	Il y a des territoires de chasse individuels, mais ils ne sont pas exclusifs	Le territoire de chasse initial en Europe centrale était probablement le paysage ouvert des cultures extensives; des grandes proies autres que carabidés dépendent des cultures traditionnelles; ce type de paysage a probablement disparu lors des 40 dernières années, et avec elles l'offre en hannetons et grillons charbonniers; le grand murin s'est alors retiré dans les forêts dont l'offre alimentaire est stable	Les territoires de chasse sont petits et adaptés aux structures forestières <i>M. myotis</i> est un spécialiste alimentaire sans concurrence par d'autres chauves-souris	Territoires de chasse en forêt ne se trouvant qu'en forêts de production; le grand murin est adapté aux milieux anthropisés non seulement pour ses gîtes, mais aussi pour les territoires de chasse; le changement en paysage depuis les années 50 ne peut être responsable du recul des populations, qui serait plutôt dû à l'emploi de pesticides; actuellement il n'y a pas de danger aigu pour le grand murin en ce qui concerne l'offre en territoires de chasse

KOLB (1958a) décrivait déjà la chasse au sol du grand murin, déterminait sa préférence pour les carabidés dans la palette des proies et mettait l'accent sur le rôle des carabidés comme base d'alimentation ou réserve ultime pour le grand murin. Toutes les recherches suivantes ont confirmé ce diagnostic (p. ex. ARLETTAZ, 1995; ARLETTAZ *et al.*, 1993; BAUEROVA, 1978; BECK, 1995; GEBHARD & HIRSCHI, 1985; GRAF *et al.*, 1992). En Bavière, AUDET (1990) et RUDOLPH (1989) ont montré par télémétrie que le grand murin passe plus de 75 % de son temps de chasse en forêt fermée. Des études suisses ont démontré que les espaces en dehors de la forêt, telles que prairies et champs, servent aussi de terrains de chasse (ARLETTAZ, 1995; GÜTTINGER, 1997). GEBHARD & HIRSCHI (1985) et RUDOLPH (1989) ont calculé les besoins alimentaires d'un grand murin durant une nuit : il en résulte qu'un individu capture environ 10-15 g d'insectes (donc à peu près 30-50 % de son poids propre) ce qui correspond à 30-40 carabidés par nuit suivant la taille des proies. AUDET (1990) postule une alimentation minimale de 20 % du poids propre, ce qui correspond à des captures d'au moins 17 carabidés d'un poids moyen de 0,3 g par nuit et par grand murin. Une colonie de reproduction forte de 500 individus consomme donc par nuit une masse d'insectes de plus de 5 kg (voir aussi KULZER, 1989) !

Outre l'accessibilité des proies (espace de vol libre d'obstacles), leur perceptibilité (p.ex. les bruits de froissements des coléoptères dans la litière; RUDOLPH, 1989) est déterminante pour une chasse réussie.

Le maintien durable des habitats est probablement important pour les grands murins, car ils chassent fidèlement dans des territoires traditionnels pendant plusieurs années. AUDET (1990) a observé par télémétrie une fidélité aux territoires de chasse sur deux années allant jusqu'à 100 % pour plusieurs grands murins. D'un autre côté, les animaux changeaient sans raison apparente et spontanément de territoire de chasse. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par une concurrence soudaine sur un territoire. La mobilité des grands murins entre le gîte et le territoire de chasse (jusqu'à 10 km) leur permet d'explorer et d'exploiter des habitats de chasse éloignés les uns des autres.

Gîtes

Gîtes naturels

Il n'y a que peu d'observations de gîtes en cavités ou fentes d'arbres. RUDOLPH (1989), AUDET (1990) et EICHSTÄDT (1995) ont trouvé ce genre de gîtes naturels aux cours d'études de télémétrie dans des hêtres par exemple. GEBHARDT (1996) décrit un gîte d'hibernation du grand murin dans une cavité de hêtre. Mais la plus grande partie des grands murins doit passer l'hiver dans des cavités souterraines (caves, mines, grottes naturelles).

Gîtes artificiels

En règle générale, le grand murin n'utilise des nichoirs qu'en été et seul. Il s'agit normalement de mâles solitaires ou de femelles sans petits. De telles observations sont issues de presque toutes les régions allemandes. Ce phénomène a été décrit par ISSEL & ISSEL (1955) en Bavière, par SCHMIDT (1980) en Brandebourg, par SCHWARTING (1990) en Hesse, par HAENSEL (1987) en Mecklembourg-Poméranie occidentale, par KÖNIG & KÖNIG (1995) en Rhénanie-Palatinat et par MAINER (1990) en Saxe. A la fin de l'été et en automne, on trouve aussi des gîtes d'accouplement dans des nichoirs (p. ex. ALBRECHT & HAMMER, 1993; HAENSEL, 1987, 1992; ISSEL *et al.*, 1997; NAGEL & NAGEL, 1993; SCHMIDT, 1991a; SCHWENKE, 1988). Le grand murin s'accouple aussi dans les gîtes de mise bas, ainsi que dans les gîtes intermédiaires et les gîtes d'hibernation (quelques observations dans les grottes du Jura franconien, p. ex. la grotte d'Esper, Rohenloch 1987-90). Des essais de marquage ont démontré, entre autres, que des femelles rejoignent des gîtes d'accouplement situés à des distances allant jusqu'à 12 km des gîtes de mise bas (ZAHN, 1995). D'après LEITL (1995), le grand murin préfère des nichoirs accrochés totalement libres. Il décrit la découverte de deux jeunes grands murins dans un grand nichoir à oiseaux en bois dans l'est de la Thuringe; un des deux animaux était encore incapable de voler, alors que les gîtes de mise bas sont inconnus en nichoirs, et n'existent probablement pas dans des volumes aussi restreints à cause de la structure sociale de cette espèce de chauve-souris. Ils semblent n'utiliser que de vastes gîtes tels des combles.

Le grand murin n'est normalement pas une espèce pionnière qui colonise de nouveaux territoires munis de nichoirs. Mais une fois adopté, il peut s'y installer durablement (p. ex. KÖNIG & KÖNIG, 1995).

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Des grands murins ont été observés dans 8 des 24 forêts étudiées (animaux isolés dans des nichoirs), dont deux forêts alluviales.

Des études de l'écologie alimentaire ont été menées dans le cadre du projet en forêt de Schnaittenbach près d'Amberg (Bavière, Haut-Palatinat). Ce grand massif d'un seul tenant est dominé par le pin. Nous disposons d'échantillons d'excréments d'octobre 1997 et mai-octobre 1998. Dans cet habitat on constate aussi que les carabidés dominent l'alimentation. On trouve surtout 4 espèces spécialisées dans des habitats forestiers (voir aussi Wolz *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Selon les analyses de guano, l'individu étudié au mois d'octobre 1997 a dû chasser quasi exclusivement en forêt.

Des études complémentaires par radiopistage ont été menées en 1997 et 1998 dans la même parcelle forestière. Lors des études (2 nuits) le mâle observé n'a pas quitté le

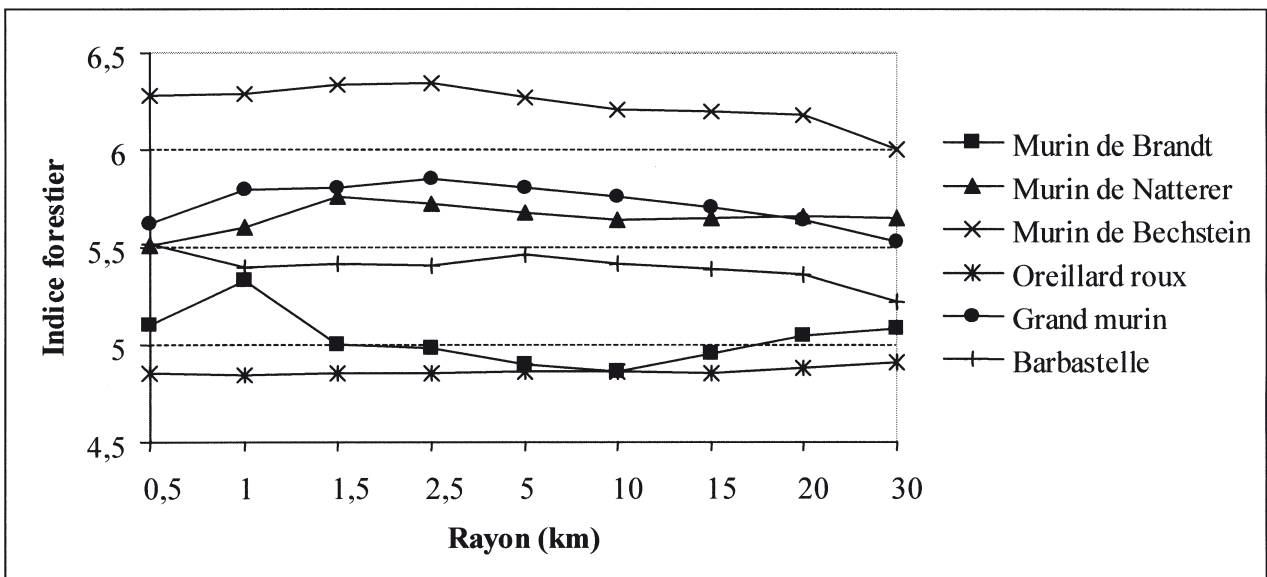
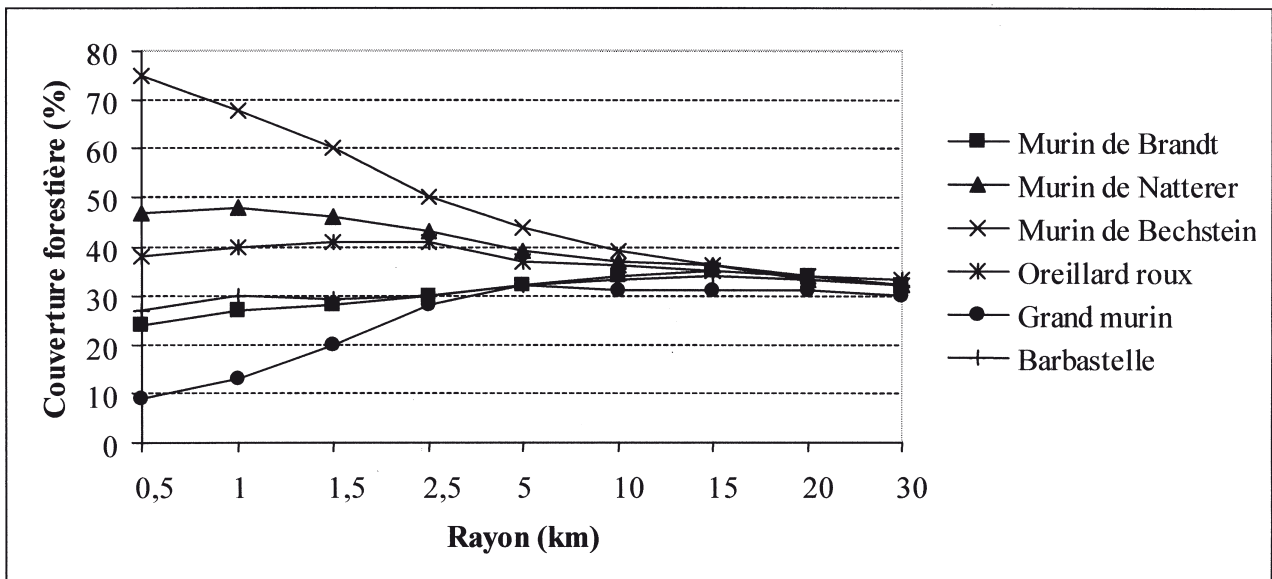


Fig. 2 : Taux de boisement résineux et feuillu dans l'environnement des gîtes de reproduction du grand murin et d'autres espèces de chauves-souris en Bavière.

périmètre de quelques centaines de mètres autour de son nichoir. Jusqu'alors les études de télémétrie ne portaient que rarement sur des mâles (p. ex. EICHSTÄDT, 1995). Le résultat de cette brève étude pourrait indiquer une différence nette de l'exploitation de l'habitat et des exigences territoriales entre mâles et femelles: les mâles occuperaient un rayon d'action bien plus petit autour du gîte de jour que les femelles.

Suite aux résultats des études par radio-pistage effectuées

en Bavière et en Suisse, où les femelles se déplacent souvent au-delà de 10 km (Tableau 6 et LIEGL & HELVERSEN, 1987; voir aussi Gleich in MESCHÉDE *et al.*, 2002), une analyse de la répartition des forêts et des types forestiers autour des gîtes de reproduction a été réalisée. La couverture forestière et le taux feuillu/résineux ont été calculés en pourcentages à l'aide du système d'information géographique ArcInfo (voir Figure 2) dans un rayon de 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5; 10; 15; 20 et 30 km autour du gîte. Environ 300 colonies de grands murins ont servi

dans cette analyse. Comme il ressort de la Figure 2, le grand murin a une tendance nette à coloniser des gîtes dont l'environnement jusqu'à 15 km est marqué par un boisement feuillu (voir pour la méthodologie de la classification des types forestiers Gleich in MESCHÉDE *et al.*, 2002 et v. Helversen & Rudolph, en préparation).

Quel est l'espace dont a besoin une colonie moyenne pour la chasse ?

Une colonie de reproduction de taille moyenne compte en Allemagne du sud (Bade-Wurtemberg et Bavière) environ 270 animaux (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999; Rudolph, comm. pers. 1998). Un individu utilise en moyenne (Tableau 6) environ 30-35 ha de terrain de chasse. Une colonie de reproduction de 270 animaux nécessite par conséquent un rayon d'action d'au moins 8-9000 ha, s'il y a un faible taux de recouvrement entre les territoires de chasse individuels.

L'importance du milieu forestier pour le grand murin

D'après les connaissances actuelles, nous pouvons classer le grand murin comme «chauve-souris forestière typique» pour l'Allemagne, même si les gîtes se trouvent en dehors de la forêt. Son habitat de chasse préféré se trouve à plus de 75 % à l'intérieur des massifs forestiers fermés.

Le type forestier apparemment préféré par le grand murin peut être défini comme forêt feuillue régulière. Une strate proche du sol peu fournie (< 25%), et un espace de vol libre à 2 m de hauteur facilite la chasse aux carabidés du sol par vol stationnaire. Des forêts avec une strate de houppiers dense (faible entrée de lumière) constituées d'une futaie à étage unique avec des diamètres à 1,3 m supérieurs à 30 cm, représentent au mieux ce type (p. ex. haute futaie de hêtre). Toutefois il y a aussi des territoires de chasse adaptés dans la mosaïque des peuplements irréguliers de feuillus mélangés gérés de manière naturelle.

Protection du grand murin dans l'environnement forestier en Allemagne dans le contexte de la menace sur toute l'Europe (espèce HFF) :

- maintien et protection (sécurisation) des grands massifs riches en feuillus avec des sols au moins partiellement dégagés ;
- reconstitution et création dans des régions à climat chaud de grandes forêts riches en feuillus avec sol partiellement dégagé ;
- mise en protection dans des régions centrales à grandes

populations stables, en Allemagne centrale et du sud, des terrains de chasse potentiels dans un rayon de 10 km autour des gîtes de reproduction de plus de 250 individus (zones Natura 2000). (En Bavière : régions riches en feuillus dans les espaces naturels de la Frankenalb, des Steigerwald et Spessart ; en Bade-Wurtemberg : p. ex. Vallée du Rhin, Forêt-Noire, Tauberland, Hohenlohe ; en Rhénanie-Palatinat : Hunsrück, Eifel, Taunus, Pfälzer-Wald, Vallées du Rhin moyen, de la Moselle et de la Lahn ; et en Thuringe : les contreforts de la Röhn, Eichsfeld, Holzland).

3.1.4. Le murin de Natterer (*Myotis nattereri* [Kuhl, 1817])

Indications générales

D'après les données de l'Office Fédéral pour la Protection de la Nature (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999) la répartition du murin de Natterer est esquissée comme suit : « il a été contacté en gîtes de reproduction dans pratiquement tous les länder, sans qu'on ait pu déterminer une préférence pour un environnement particulier ». Les connaissances sur les habitats préférentiels citées dans ce travail (entre autres «forêts feuillues mélangées et humides, parcs») peuvent être aujourd'hui complétées par les résultats obtenus dans le cadre de ce programme (voir plus loin).

Le murin de Natterer est considéré en Europe centrale comme une espèce tolérante au froid. Ceci est confirmé par la durée de la période d'activité au cours de l'année : la plupart des murins de Natterer ne gagnent définitivement leur gîte d'hiver que durant la seconde moitié de novembre, quelquefois même plus tard (KALLASCH & LEHNERT, 1995a; KUGELSCHAFTER, 1995, 1997). VON HELVERSEN *et al.* (1987) le classent même comme une espèce montagnarde, qui forme des colonies de reproduction jusqu'à presque 1000 m d'altitude, bien qu'avec peu d'individus (Klosterwald près Neustadt/Forêt-Noire, Oberbränd, forêt pin-sapin, 980 m d'altitude). S'ajoutent à cela des captures régulières de murins de Natterer en nombre important dans les Alpes bavaroises jusqu'à 1250 m d'altitude environ, surtout en saison de reproduction en fin d'été (HOLZHAIDER, 1998; Rudolph & Meschede, non publié).

Dans les ouvrages de détermination faunistique, le murin de Natterer est classé comme «chauve-souris surtout forestière, forêts et parcs pourvus d'eau et zones humides, aussi en lotissements» (SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998).

Le murin de Natterer se classe à la fois parmi les espèces anthropophiles et les espèces forestières. D'après nos connaissances actuelles il est capable de coloniser des

paysages différents. Ces paysages ont certains critères en commun, par exemple ils sont richement structurés et pourvus de végétation haute (haies, bocages, ruisseaux et vieux parcs), et offrent un nombre suffisant de gîtes d'hiver et d'été. Dans des lotissements ruraux on connaît même des gîtes de reproduction dans des fentes murales ou des trous de parpaings, avec comme accès obligatoire le passage dans une étable. Les colonies forestières sont surtout connues dans des gîtes artificiels.

Dans la littérature sa présence est consignée dans les forêts de presque tous les länder (voir Tableau 7).

Si l'offre en gîtes est suffisante, le murin de Natterer peut coloniser des forêts résineuses. SCHMIDT (1990) le classe comme hôte rare dans les pinèdes dans l'est du Brandebourg, où la pipistrelle de Nathusius est la plus courante des chauves-souris.

Depuis des années des murins de Natterer ont été bagués sur l'ensemble de l'Allemagne. Entre 1950 et 1990 environ 4200 animaux ont été marqués dans les länder de l'ouest. Environ 400 proviennent de nichoirs et plus de 3800 de gîtes en bâtiments (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Un grand nombre des animaux bagués dans des gîtes d'hiver à Berlin n'est pas encore comptabilisé. Entre 1960 et 1995 presque 7000 murins de Natterer ont été bagués pour des suivis scientifiques en Allemagne de l'est (ZÖPHEL, 1998).

Sur le territoire de l'Allemagne fédérale actuelle la présence ancienne du murin de Natterer a été prouvée par des restes fossiles remontant au Pléistocène récent (environ -10000 ans). On peut citer des découvertes dans la région de Halle (Toepfer, 1963, *in* STRATMANN, 1979, 1980) en Suisse franconienne (Bavière du nord), où des matériaux fossiles de la grotte de Zoolithe ont été examinés (RUPP, 1991). Cette espèce ne représente que 2% des découvertes dans les matériaux fossiles, alors qu'elle semble aujourd'hui plus abondante, avec environ 15% de l'ensemble des contacts dans la même zone (LIEGL, 1987).

Ecologie trophique et comportement de chasse

Des études de télémétrie sur les territoires de chasse et l'occupation des gîtes ont été réalisées pendant ces dernières années en divers endroits d'Allemagne :

- dans le Münsterland (ville de Münster et canton de Coesfeld) TRAPPMANN (1996) a trouvé que les murins de Natterer mâles préfèrent nettement chasser en massif forestier fermé, y compris dans des peuplements équiens purs d'épicéa. Les trois femelles étudiées préféraient chasser en terrain ouvert ;
- près de Bad-Segeberg, les murins de Natterer équipés d'émetteurs ne suivaient pas les cours d'eau pour rejoindre leur territoire de chasse, mais s'orientaient le long des allées et bosquets (EICHSTÄDT, 1997). Ils

volaient en ligne droite vers les deux grands massifs forestiers résineux (Trappenkamp et forêt domaniale de Segeberg) ;

- dans la région de Mössingen (au pied des Alpes souabes) SIEMERS *et al.* (1999) ont étudié trois animaux. Ils chassaient aussi dans des peuplements dominés par des épicéas, bien que des peuplements mélangés résineux-feuillus prédominent dans l'aire d'étude. Des vergers extensifs ont aussi été exploités. Le cœur de tous les territoires de chasse était richement structuré autant verticalement (strates) qu'horizontalement. La superficie des territoires de chasse et aires d'activité allait de 80 à 523 ha. La distance entre le cœur des territoires de chasse et les gîtes ne dépassait pas 3 km (moins de 1,5 km dans le Münsterland).

Les analyses de guano dans les différentes régions d'Europe indiquent une chasse adaptée aux variations saisonnières (ARLETTAZ, 1996; BECK, 1991, 1995; GEISLER & DIETZ, 1999; GREGOR & BAUEROVA, 1987; SHIEL *et al.*, 1991; SWIFT, 1997; TAAKE, 1992; TRAPPMANN, 1996). Mais la plupart des auteurs s'accordent sur le fait que le murin de Natterer glane l'essentiel de ses proies sur le feuillage. Pour une colonie de Hesse cette stratégie de chasse représentait même plus de 80% sur toute la période d'activité annuelle (GEISLER & DIETZ, 1999). Aucune préférence pour une strate particulière n'a pu être mise en évidence. Apparemment toute la végétation, depuis la strate supérieure des houppiers jusqu'à la strate arbustive inférieure, a été également visitée. On trouve aussi des restes d'invertébrés du sol en petites quantités dans les crottes. Des excréments frais récoltés début décembre ou fin mars indiquent une exploitation temporelle maximale des habitats, qui grâce à des conditions climatiques douces proposent encore de la nourriture tard ou tôt dans la saison. Cette observation a été confirmée à l'aide de barrières photo-électriques dans la grotte de Bad Segeberg (KUGELSCHAFTER, 1995, 1997), ainsi que par des captures au filet dans la citadelle de Spandau à ces saisons (KALLASCH & LEHNERT, 1995a). Une exploitation prolongée jusqu'en décembre est possible plutôt dans des peuplements forestiers denses, où les températures moyennes sont à ce moment plus élevées que dans des paysages ouverts, ce qui permet à des proies comme les «culs bruns» (lépidoptères Lymantridés) d'être actifs. Le murin de Natterer semble mettre plus de temps pour accumuler les réserves graisseuses pour l'hiver que d'autres espèces. Ceci a probablement un rapport avec sa stratégie de chasse dispendieuse en énergie, le glanage sur le substrat.

Des études sur les émissions acoustiques du murin de Natterer ont été récemment menées (SIEMERS & SCHNITZLER, 1997a et b). Les résultats confortent les déductions sur la stratégie de chasse, issues des analyses de guano, et classent *Myotis nattereri* parmi les espèces qui glanent une grande partie de leurs proies. De même

Tableau 7 : Observations du murin de Natterer dans les forêts allemandes (données bibliographiques)
GR = gîte de reproduction

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	v. HELVERSEN, O., ESCHE, M., KREITZSCHMAR, F. & M. BOSCHERT (1987) Die Fledermäuse Südbadens. <i>Mitt. bad. Landesver. Naturkunde und Naturschutz, N.F.</i> 14 (2): 409-475.	GR avec 6 animaux <i>Nichoir</i>	Klosterwald près Neustadt/Schw., Oberbränd	Région à forêts de pins et sapins, 980 m d'altitude
Bavière	ALBRECHT, K. & HAMMER, M. (1993) Die Fledermausfauna des Fichtelgebirges. Bericht i.A. des Naturparks Fichtelgebirge.	GR avec 20 animaux GR avec 13 animaux <i>Nichoir</i>	District forestier de Perlenhaus, canton Hof, entre Selb et Rehau/Haute Franconie	Forêt dominée par les résineux (type pessière à calamagrostide)
Bavière	ESSER, S. (1996) Über der Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Entwicklung einiger Nistkastenbewohner im Universitätswald Landshut. Diplomarbeit der Forstwiss. Fakultät LMU München.	35 animaux dans 8 <i>nichoirs Schwegler-et pignons bavaois</i>	Forêt de la faculté de Munich, 8 km NO Landshut/Basse Bavière	70 % d'épicéa, 15 % de hêtre et feuillus précieux (autres : pin sylvestre, mélèze, douglas, sapin, autres feuillus) Impression générale : <i>Myotis nattereri</i> préfère des peuplements d'âge moyen aux tout jeunes ou très vieux
Bavière	FRITSCH, M. (1991) Nistkastenbewohnende Fledermäuse im Forstamt Weiden i.d. Oberpfalz. Diplomarbeit der Forstwiss. Fakultät LMU München.	26 animaux (y compris 1 x 19), dans 4 <i>nichoirs pignon bavaois</i>	District Kohlberg et district Weiden	Forêt domaniale de Weiden, 76 % de pin sylvestre, 16 % d'épicéa, 5 % de feuillus, autres résineux 3 %. Sur des sables secs, forêts de pins-bouleaux ; sur des stations fraîches, forêts de pins-chênes ; sur des stations humides ; pins et tourbières boisées
Bavière	LEITL, R. (1995) Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet der Mittleren Oberpfalz. Diplomarbeit der Forstwiss. Fakultät LMU München.	9 GR avec 11-17 ind. ainsi que 44 ind. solitaires ou en groupes sans progéniture 2 GR (15 ind.) ainsi que 54 ind. seul ou en groupes sans progéniture 12 animaux seuls ou en groupes sans progéniture, sans GR Observations dans des <i>nichoirs pignons, cavités de grimpeurs et à chauves-souris</i>	Forstlohe (district Schnaittenbach) Kohlberger Höhen (district Schnaittenbach) Naabgebirge (district Schnaittenbach)	Vieux pins de bonne croissance, souvent des peuplements purs sur de grandes surfaces. Epicéa en essence d'accompagnement sans régénération dans le sous-étage. Part feuillue < 5 % ; dans la strate herbacée souvent fougère aigle sur de grands espaces, sans plans d'eau 55 % de pin sylvestre, 28 % d'épicéa souvent en mélange avec pin, mélèze ou sapin. Part feuillue 10 % : plantations de feuillus précieux et aulnes glutineux ripicoles, nettement exposées sud Caractère montagnard, pin sylvestre 38 %, épicéa 40 %, mélèze 10 %, hêtre 7 %. Patchwork de petites parcelles Impression générale : <i>Myotis nattereri</i> préfère des forêts denses, riches en structures avec des nichoirs bien cachés

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Brandebourg	HAENSEL, J. (1985) <i>Nyctalus</i> 2: 198-200.	GR avec 28 ind. Nichoïr <i>FSI</i>	Dollgow, Bez. Potsdam	Colline avec de vieux pins.
Brandebourg	DOLCH, D. (1995) Beiträge zur Säugetierfauna des Landes Brandenburg. <i>Naturschutz und Landschaftspflege in Brabdenburg</i> . Sonderheft 1995.	GR avec 60 animaux GR avec seulement 2 animaux 2 GR avec un nombre inconnu d'ind.	Paulinenaue Réserve naturelle Friesacker Zootzen district Gransee, district Neuruppin, St. Jürgen	Impression générale : <i>Myotis nattereri</i> préfère les zones structurées comme des parcs ; toutes les observations proches de zones humides, soit en forêt ou dans des espaces verts bien structurés
Hambourg	WIERMANN, A. & H. REIMERS (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6) : 509-528.	GR avec 25-30 animaux, à proximité immédiate d'autres colonies avec 5-6 animaux <i>Nichoïrs à chauves-souris</i>	Réserve naturelle; Duvenstedter Brook près de Hambourg	Forêts claires de pins et bouleaux, tourbières, forêts feuillues mélangées. Impression générale : <i>Myotis nattereri</i> préfère généralement des paysages ouverts avec des alignements d'arbres et de petites parcelles boisées
Mecklembourg- Poméranie occidentale	LABES, R. & W. KÖHLER (1987) <i>Nyctalus</i> 3/4: 285-308. LABES, R. (1989a) Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Schwerin- Land, Mecklenbourg. <i>Populationsökologie v. Fledermausarten. Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 1989/20: 293-300.	Gîte intermédiaire avec 22 ind. GR avec 20 ind. Gîte intermédiaire avec 15 ind., 5 ind., 9 ind., 16 ind. GR avec 22 ind. Gîte intermédiaire avec 24 ind. <i>Nichoïrs FSI</i>	Réserve naturelle ; tourbière de Grambow	Tourbière à pins et bouleaux
Basse-Saxe	BOLDHAUS, R. (1988) Fledermäuse im Wald – Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen in einem niedersächsischen Kasten- Versuchsgebiet. In: HECKENROTH, H. & POTT, B. : Beiträge zum Fledermausschutz in Niedersachsen. <i>Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs.</i> 17: 40-43.	En cinq ans : 40 animaux, 13 % d'ind. isolés 2 GR , 67 animaux, 9 % d'ind. isolés 4 GR , 85 animaux, 11 % d'ind. isolés 3 GR , 61 animaux, 5 % d'ind. isolés 3 GR , total 70 animaux, 7 % d'ind. isolés <i>Nichoïrs Schwegler</i>	Walsrode, Dreieck, Nienburg, Rethem, Schwarmstedt	Chênaie pédonculée fraîche à molinie avec bouleaux et pins, maintenant écosystème en remplacement par des pinèdes claires, pas de vieux bois Chênaie pédonculée fraîche à bouleaux et pins, chênaie pédonculée humide à bouleaux et hêtres, à présent remplacée par des chênaies pédonculées et pinèdes claires, peu de vieux bois Chênaie pédonculée humide à bouleaux et hêtres, partiellement remplacée par des pinèdes et chênaies pédonculées avec sous- étage de hêtre, très ombragées et humides Impression générale : <i>Myotis nattereri</i> choisit des emplacements dans des pentes particulièrement sombres ; des emplacements ensoleillés sont rares

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Rhénanie-Palatinat	LAUFENS, G. (1973) <i>Z. Säugetierkde.</i> 38: 1-14.	4 GR dans la région d'étude, dont une avec 25 ind. <i>Nichoirs</i>	District forestier Gehlert b. Hachenburg Oberwesterwald	Pas de données
Rhénanie-Palatinat	KÖNIG, H. & W. KÖNIG (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6): 529-544.	Total dans l'aire d'étude 1992-94 : 301 animaux dans 4 massifs à nichoirs Dans un massif spécifique : 8 GR avec 15-30 ind. Occupation maximale : 65 animaux (le 20.6.93) <i>Nichoirs Schwegler</i>	Différents massifs forestiers dans les montagnes du nord Palatinat	Surtout des feuillus (80 %), surtout hêtre et chêne rouvre Nichoirs le long des chemins forestiers : chemin 1 : forêt composée de chênes rouvres de 103 à 129 ans, hêtres de 45 à 85 ans, quelques douglas, pins et mélèzes, sol acide, sous-étage pauvre, quelques clairières, dans l'ensemble ombragé chemin 2 : forêt mélangée avec des pins et hêtres de 80 ans et des chênes de 88 à 150 ans; à côté des espaces plus vastes avec des rejets de souche de hêtre et chêne; relativement exposé au soleil
Schleswig-Holstein	DIETERICH, H. (1994) <i>Nyctalus</i> 5(3/4): 236-241.	GR avec 20 animaux <i>Nichoir béton-bois à oiseaux</i>	Rixdorfer Tannen, 4 km nord-est de Plön	Massifs forestiers reboisés après 1906 avec des chênes et sous-étage hêtre, ainsi que quelques parcelles en épicéa, mélèze et douglas
Thuringe	WEIDNER, H. (1995) Die Nutzung von Fledermauskästen im ersten Jahr nach ihrer Aufhängung. <i>Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen</i> 32(3): 76-79. WEIDNER, H. (1998) <i>Nyctalus</i> 6(5): 506-516.	GR avec 53 animaux Mâles isolés	Au sud de Gera	Biotope marqué par épicéa, pin, quelques bouleaux, à côté une prairie colonisée par pins et bouleaux

ses ailes plutôt larges le classent parmi les chasseurs de sous-bois avec un vol manœuvrable et lent (NORBERG & RAYNER, 1987).

Gîtes

Gîtes naturels

En période estivale le murin de Natterer colonise naturellement des cavités d'arbres comme gîte de reproduction. Lors de la mise bas en juin/juillet il occupe de vastes cavités pour une brève période, avant de retrouver de nouveau des fentes plus étroites (CERVENY & HORACEK, 1981). Des individus solitaires occupent des gîtes dans les arbres pendant la phase active entre mai et octobre, et partiellement aussi pour l'hibernation. CERVENY & HORACEK (1981) ont trouvé 32 individus (dont 13 étaient morts de froid) dans une branche creuse d'un gros marronnier, qui avait servi auparavant de gîte d'été.

Un gîte naturel d'été occupé par 7 individus a aussi été observé par SIEMERS *et al.* (1999) dans une branche creuse d'un hêtre.

La plupart des gîtes d'hiver se trouvent par contre dans des galeries souterraines. Ainsi la grotte calcaire à Bad Segeberg et la citadelle de Spandau à Berlin hébergent chacune environ 7000 animaux en hibernation (KALLASCH & LEHNERT, 1995a; KUGELSCHAFTER, 1995). Il a été démontré par baguage que la citadelle de Spandau abrite des murins de Natterer des forêts des environs jusqu'à environ 75 km de rayon (p. ex. Paulinenaue, aire d'étude n°6).

Les résultats de télémétrie montrent une fréquence élevée de changements de gîte pour le murin de Natterer. Des études sur un été près de Mössingen donnent pour une surface de 24,3 ha une occupation de 13 gîtes (la plupart en nichoirs, SIEMERS *et al.*, 1999). D'après LEWIS (1995) le murin de Natterer est à classer parmi les espèces de peu de fidélité vis-à-vis du gîte. Ce phénomène implique des exigences particulières en matière de gestion forestière.

Gîtes artificiels

Les observations de murin de Natterer se font presque exclusivement dans des nichoirs. Les nichoirs à oiseaux sont colonisés préférentiellement (voir Tableau 7). WEIDNER (1998) les trouve dans des nichoirs en bois mesurant 11 x 11 x 21 cm (environ 2,5 l de volume) dans une pessière en Thuringe de l'est. D'autres gîtes typiques sont les nichoirs à pignon bavarois, les nichoirs Schwegler et les nichoirs FS1 de Stratmann. Les individus sont observés de début avril jusqu'en novembre dans leur nichoir (environ 200 jours par an). WEIDNER (1998) les trouve au printemps seulement dans des nichoirs en béton de bois, puis à partir de mai dans des nichoirs en bois (nichoirs à oiseaux), puis à partir de septembre à nouveau seulement dans des nichoirs en béton de bois.

Les différences d'inertie thermique de ces différents matériaux pourraient expliquer ce phénomène, mais les températures n'ont pas été relevées dans les nichoirs. En Schleswig-Holstein DIETERICH & DIETERICH (1998) ont trouvé des murins de Natterer dans des nichoirs à oiseaux avec des trous d'entrée ronds. Les nichoirs optimaux ont un faible volume interne (pas en forme de fente), pouvant contenir un essaim de 30 à 40 individus qui créent ainsi le microclimat adéquat pour la thermorégulation des juvéniles. Aucune observation en gîte artificiel n'est connue pour la période hivernale. LAUFENS (1973) a déjà étudié les activités d'une colonie de murins de Natterer près de Hachenburg dans le Oberwesterwald (Rhénanie-Palatinat) au début des années 70 à l'aide d'une cellule photo-électrique. Il a constaté des changements réguliers et fréquents de gîte et de territoire. Les gîtes sont quittés en moyenne tous les 1-4 jours. Le séjour sur un même territoire dure environ 10 jours pour des colonies importantes, alors que les plus petites restent plus longtemps. Au début de l'été et en automne les animaux s'attardent plus dans les gîtes, parfois 2-3 semaines. L'auteur invoque les causes suivantes : plus une colonie est importante, plus elle est rapidement attaquée par des ectoparasites (voir aussi LÖHRL, 1955), plus les excréments s'accumulent vite dans le gîte, et plus les proies disponibles sont exploitées rapidement. La colonie sera donc forcée au déménagement. Cela se fera de façon progressive : certains individus partent d'abord, puis le reste de la colonie suit. Plus une colonie est importante, plus elle est obligée de se déplacer loin. On a observé des distances de plus de 2 km entre ancien et nouveau gîte.

En plus des nichoirs, le murin de Natterer habite aussi divers gîtes en bâtiment, par exemple des charpentes d'églises, ou des petits espaces dans les parpaings et la maçonnerie. On a aussi observé cette espèce dans des étables, où des petites fentes dans les murs mènent aux gîtes, et qui ont une offre riche en insectes.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Entre 1996 et 1998 le murin de Natterer a été détecté dans 9 des 24 forêts examinées, dont trois forêts alluviales. Quatre gîtes de reproduction ont pu être découverts, pour la plupart dans des nichoirs, mais aucun en forêt alluviale ou de montagne.

Télémétrie

Pour améliorer les connaissances sur les habitats de chasse, des murins de Natterer forestiers ont été suivis par radiopistage entre 1996 et 1997 dans la Paulinenaue à environ 70 km à l'ouest de Berlin (HEINZE, 1998). Les peuplements de ce massif forestier d'environ 300 ha ont été classifiés selon la méthode décrite au chapitre 2.5. Ils sont composés de parcelles différemment structurées :

- au centre poussent des peuplements irréguliers de

chêne sessile mélangé avec du pin sylvestre, du hêtre, du charme et du bouleau ; la strate arbustive est composée de bourdaine, hêtre et bouleau et la strate herbacée de *Dechampsia flexuosa*, *Calamagrostis* sp., fougère mâle et myrtille ;

- la plus grande superficie est occupée par des pinèdes pures ;
- il existe une faible part de forêts de chêne pédonculé avec des structures claires et régulières, sous-étage de bourdaine et bouleau, et fougères aigles et muguet dans la strate herbacée ;
- on trouve enfin des bouquets de bouleau, des fourrés d'épicéa et sapin de Douglas, des peuplements résineux en mélèze et pin Weymouth.

La Paulinenaue se trouve au milieu d'un paysage agraire composé de champs étendus, de vastes pâtures, de fossés de drainage, de chemins, d'alignements d'arbres, de haies et du grand canal principal du Havelland, large de 5 m. A 3 km se situe un vieux parc de château.

La colonie en nichoir de la Paulinenaue est connue depuis 1994 ; la reproduction y est régulière.

Les principaux résultats de télémétrie sont :

- les animaux ne chassent pas exclusivement en forêt, bien que la colonie soit logée en son milieu (nichoirs et cavités d'arbres) ;
- les territoires de chasse changent au cours de l'année : au printemps et en été, les aires de chasse se trouvent surtout en dehors de la forêt au-dessus des habitats ouverts tels qu'espaces verts, champs de céréales, le long des alignements d'arbres jusqu'à une distance de 3 km du gîte ; en automne ou après la récolte, la chasse se déroule exclusivement dans les parcelles forestières de la Paulinenaue : futaies mélangées feuillues mais aussi résineuses et fourrés résineux. Le rayon d'action dépasse rarement 600 m ;
- 19 gîtes dans des arbres différents ont été découverts, y compris des cavités à ouverture allongée en forme de fente ;
- ils changent de gîte tous les 1 à 4 jours.

La superposition des territoires de chasse avec les relevés de peuplements forestiers donne la représentation suivante (ces données sont purement descriptives) :

- une parcelle forestière de presque 24 ha (c'est le plus grand peuplement homogène d'un seul tenant) est un perchis de pin sylvestre de trente ans sans strates intermédiaires ou arbustives ; le sol couvert à 100 % de litière d'aiguilles. Ce peuplement est le plus fréquenté, et ceci tout au long de l'année, avec environ 36 % du temps total de suivi ;

- un peuplement mixte de chêne, pin sylvestre et bouleau avec graminées occupe le second rang avec 17,5 % du temps de chasse ;
- une pinède claire de 120 ans avec un sous-étage feuillu (strate intermédiaire 30 %, arbustive 30 %), un jeune perchis pur de pin ainsi qu'une peupleraie claire de 40 ans avec un peu de sous-étage feuillu (30 % de couverture) ne servent qu'en été de territoire de chasse ;
- des parties de peuplements ouverts de bouleau et pin ou peuplements mélangés pin-bouleau d'un âge maximal de 80 ans avec une strate herbacée pauvre, des fourrés de pin et épicéa, et une vieille futaie hêtre-chêne avec une strate herbacée pauvre ne sont exploités qu'en automne ; la situation est identique pour un jeune perchis pur de pin sans strate intermédiaire ou arbustive ;
- un perchis de pin de 30 ans avec une couverture arbustive de 70 % ne sert de territoire de chasse qu'au printemps ;
- 35 autres parcelles forestières servant de territoires de chasse (sur un total de 113 parcelles) étaient pour la plupart des peuplements purs de pin ou des mélanges de bouleau et pin.

Tout au long de l'année des forêts riches en résineux (en partie des pinèdes pures) sont exploitées avec assiduité. Dans ces peuplements pauvres en sous-étages et strates intermédiaires il n'y a pratiquement pas de feuillage. Les proies ne pouvant être capturées en vol stationnaire, il faut d'autres proies volantes en nombre suffisant. D'après les travaux sur le régime alimentaire cités plus haut (p. ex. BECK, 1995) les proies les plus fréquentes du murin de Natterer seraient des diptères (> 80 %), araignées, opilions et lépidoptères. TAAKE (1992) a trouvé une composition semblable des proies lors de captures sur des territoires de chasse. Le murin de Natterer peut par moments et localement changer sa stratégie de chasse, en passant du glanage à la poursuite aérienne. ARLETTAZ (1996) par exemple a observé avec des appareils de vision nocturne des murins de Natterer chassant au-dessus de prairies.

La couverture forestière dans l'environnement des gîtes

Le taux de recouvrement forestier (feuillus et résineux) dans l'environnement des gîtes de reproduction du murin de Natterer a été évalué à l'aide d'une analyse S.I.G. (ArcInfo ; voir aussi chapitre 2, chapitre 3.1 « Le grand murin » et Gleich in MESCHÉDE *et al.*, 2002). Il se situe entre 40 et 50 % jusqu'à une distance d'à peu près 5 km (voir Fig. 2). Les parts feuillues et résineuses y sont équilibrées.

L'importance du milieu forestier pour le murin de Natterer

Bien que capable de coloniser des habitats d'origine anthropique, le murin de Natterer est une espèce liée à la forêt, autant pour ses gîtes que pour la chasse. Une bonne partie de son alimentation est récoltée sur la végétation : strates arbustives et intermédiaires, mais aussi canopée. L'existence de nichoirs peut expliquer sa présence régulière dans les forêts riches en résineux. Le murin de Natterer colonise autant les forêts résineuses que feuillues. Il peut se contenter de massifs à dominance résineuse et y élever des jeunes, pourvu qu'il existe plusieurs gîtes dans un rayon d'environ 2 km et qu'une végétation suffisante (sous-étage feuillu par exemple) permette la chasse par glanage.

3.1.5 Le murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii* [Kuhl, 1817])

Indications générales

Le murin de Bechstein est une chauve-souris de taille moyenne qui compte parmi les espèces dont les exigences écologiques sont relativement bien comprises grâce aux études à long terme menées par KERTH (1998), SCHLAPP (1990), et WOLZ (1986, 1992). Pourtant, sa répartition en Allemagne n'est pas encore bien connue. Depuis longtemps cette espèce est considérée comme une espèce forestière classique. De nouvelles recherches réalisées en partie dans le cadre de ce projet et des découvertes régionales nombreuses confirment ce classement. L'espèce a une forte affinité avec l'écosystème forestier, et une préférence marquée pour des massifs feuillus bien structurés (Tableau 8). On la trouve en été aussi en dehors des forêts. Des murins de Bechstein ont été observés dans des vergers (p. ex. BERND & EPPLER, 1996), mais ces observations restent rares. On trouve régulièrement des colonies en gîtes artificiels implantés dans des forêts morcelées (p. ex. une parcelle de chêne au cœur des champs dans le rapport écrit de Prys Witt, 1997). Les causes de réduction et les menaces pesant sur les populations concernent avant tout la gestion forestière. La continuité et le maintien d'une haute qualité de l'habitat a une grande importance pour cette espèce qui occupe fidèlement ses territoires pendant des années (KERTH, 1998). Le murin de Bechstein peut atteindre un âge relativement élevé (21 ans), comparé aux autres espèces (HENZE, 1979). Il est cité dans l'annexe II de la directive HFF. Ses habitats sont ainsi à développer et à protéger d'une façon prioritaire.

Les observations et informations concernant son abondance sont contradictoires. Probablement faute de renseignements suffisants, la littérature spécialisée classe le murin de Bechstein en Allemagne et dans toute l'Europe comme « seulement localement répandu et nulle part abondant » (SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998), « ne formant en Europe centrale que de petites populations » (RICHARZ & LIMBRUNNER, 1999), ou « rare partout » (STEBBINGS, 1988), bien que d'autres observations démontrent qu'il peut tout à fait être compté parmi les espèces courantes et régulières dès lors que les structures de l'habitat sont adaptées (SCHLAPP, 1990 ; WEISHAAR, 1996). Schlapp (*in* MITCHELL-JONES *et al.*, 1999) résume dans un rapport récent la répartition du murin de Bechstein en Europe de la façon suivante : « Considered rare nearly everywhere, common only in optimal habitats » (*considéré comme rare presque partout, et commun seulement dans des habitats optimaux*). Par exemple dans le canton de Bad-Kissingen (Bavière) en Basse-Franconie, des densités élevées ont été attestées (Rudolph, comm. pers). Après des expériences tirées de 15 ans d'activités faunistiques autour des chauves-souris il a aussi été classé comme localement abondant et espèce principale sub-dominante dans l'ouest de la Rhénanie-Westphalie (WEISHAAR, 1996). Dans cette région on met son abondance sur un même niveau que celles du murin de Daubenton et de l'oreillard roux. WEISHAAR (1996) souligne l'importance jusqu'alors sous-estimée du facteur « relief », qui est en bonne corrélation avec la répartition du murin de Bechstein en région de Trèves. Des régions avec un relief marqué, donc avec une grande offre en vallées encaissées, qui par conséquent sont moins exploitées par l'homme, ont en règle générale une couverture forestière supérieure avec leurs forêts en pente proches de l'état naturel. Ce facteur pourrait avoir son intérêt surtout lors de la recherche de nouvelles colonies de murins de Bechstein. KULZER (1989) considère le murin de Bechstein comme l'espèce forestière la plus courante en Bade-Wurtemberg et Bavière après l'oreillard roux, que l'on trouve surtout dans des peuplements de pin et épicéa. Cette affirmation doit être comprise dans le contexte de contrôles locaux de gîtes artificiels et dépend ainsi de leur présence. La plus grande partie des contacts de murins de Bechstein en Allemagne nous provient des régions à forêts feuillues. Des forêts avec une forte à très forte part de résineux sont seulement localement colonisées (SCHWENKE, 1988a; LÖHRL, 1961 ; LEITL, 1995).

Au nord les découvertes sont plus rares. Il y a relativement moins de données estivales pour la Hesse, la Basse-Saxe et le Schleswig-Holstein. Ce n'est que récemment qu'une première découverte d'un gîte de mise bas a été décrite dans un nichoir à oiseaux en Schleswig-Holstein (DIETERICH & DIETERICH, 1998). Il semble donc que l'Allemagne du sud représente le cœur de la répartition du murin de Bechstein en Europe centrale. D'après les connaissances actuelles, c'est là que la densité de population est la plus forte.

Tableau 8 : Observations du murin de Bechstein dans les forêts allemandes (données bibliographiques)
GR = gîte de reproduction

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	MÜLLER, E. (1993) Fledermäuse in Baden-Württemberg II. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 75 : 9-96.	1986-1992 : 16 GR sur tout le Land		Pas de données
Bavière	LEITL, R. (1995) Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet der Mittleren Oberpfalz. Diplomarbeit der Forstwiss. Fakultät LMU München.	Contrôle été 93/94 : 7 GR avec max. 20 ind. ainsi que 24 animaux isolés <i>Nichoirs à pignon bavarois et autres nichoirs à chauves-souris</i>	Haut-Palatinat, Bavière du Nord	<ul style="list-style-type: none"> Stations pauvres, pin sylvestre sur de grandes étendues (80 %) la plupart peuplements âgés, clairs avec myrtilles et airelles, mais aussi des pinèdes sèches à lichen. A l'intérieur des forêts qq. biotopes humides, dans le sud de grandes régions à étangs Caractère montagnard, pin sylvestre 38 %, épicéa 40 %, mélèze 10 %, hêtre 7 %. Patchwork de petites parcelles <p>Impression générale : <i>M. bechsteinii</i> évite les forêts denses ; souvent en forêts avec une part importante de feuillus, surtout près de clairières ensoleillées. Les nichoirs occupés sont toujours à découvert et ensoleillés</p>
Bavière	WOLZ, I. (1986) Z. Säugetierk. 51 : 65-74.	1983 : 10 GR (env. 20 ind. par GR) 1983 : 7 GR <i>Nichoirs à pignon bavarois</i>	Ebracher Forst, Steigerwald ; Bavière du nord	<p>Haute futaie mélangée de 100 ans avec hêtre dominant et chêne, charme et pin. Absence de la strate arbustive sous strate des houppiers fermée</p> <p>Chênaie de production de 150 ans très claire avec hêtre en mélange. Sous-étage, jeune hêtraie dense</p>
Bavière	SCHLAPP, G. (1990) <i>Myotis</i> 28 : 39-58.	1981-1989 : 8 groupes de GR avec un total de 150 animaux par an <i>Nichoirs à pignon bavarois</i>	Forstamt Ebrach, Steigerwald du Nord	<p>Peuplements de hêtres (60 %) et chênes (30 %) avec en mélange pin et charme</p> <p>2 types de peuplement autour des groupes de GR :</p> <ul style="list-style-type: none"> peuplements de 100 à 130 ans, strate des houppiers fermée avec strate arbustive et herbacée peu développée peuplements de 140 à 170 ans, coupe de régénération depuis 18 ans, ouverture du couvert à maintien de qq. réserves
Bavière	SCHWENKE, O. (1988b) <i>Myotis</i> 26 : 145-152.	Contrôle chaque sept. 1982-1987 : total 163 animaux comptés (pas de données si gîte de reproduction, animaux isolés, etc.) <i>En cavités béton-bois à chauves-souris</i>	Geisenfelder Forst sud-est Ingolstadt	95 % pinède avec en mélange 10-20 % épicéa et feuillus clairsemés sur sables tertiaires

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Hesse	FUHRMANN, M. & GODMANN, O. (1994) Baumhöhlenquartiere vom braunen Langohr und von der Bechsteinfledermaus: Ergebnisse einer telemetrischen Untersuchung. Die Fledermäuse Hessens. <i>Verlag. Manfred Hennecke</i> : 181-186.	6 gîtes arboricoles différents d'un même mâle 1 femelle a utilisé trois nichoirs à oiseaux différents en une semaine	«Rheingauer Waldungen», Bad Schwalbach «Rheingauer Waldungen», Kiedrich	Chênaie pédonculée à charme sur pente
Rhénanie-Nord Westphalie	ROER, H. (1993) <i>Decheniana</i> 146 D: 138-183.	Contrôle 1973-1988 : 4 GR avec 27-38 individus chacun <i>Nichoirs</i>	Région Rheinbach, région Bitburg, région Wittlich	2 GR en vieilles futaies épicéa et feuillus, 1 en pinède âgée avec sous-étage clair, 1 en verger dans environnement forestier
Rhénanie-Nord Westphalie	SCHRÖPFER, R. <i>et al.</i> (1984) <i>Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde</i> 46(4): 93-97.	1980-1983 : 3 GR 1978-1984 : 8 mâles isolés, 1 femelle solitaire, 7 autres individus et 1 juvénile mort GR en <i>nichoirs à mésanges</i>	Norderteich Friedewalde	Structures de l'habitat de l'aire d'étude: • Forêt mélangée humide à chêne-frêne-hêtre avec restes de taillis humide d'aulne en périphérie, à côté de prairies avec des étangs et cours d'eau, un grand plan d'eau à 1 km • Vieille pinède avec sous-étage riche • Vieille pinède-chênaie, localement très humide • Chênaie à bouleaux avec sous-étage et reboisement pin à proximité • Hêtraie avec prairie humide limitrophe • Hêtraie-chênaie mélangée humide avec cours d'eau • Pinède humide avec sous-étage fourni
Basse-Saxe	Pryswitt, K.-P. (1997) Ansiedlungsversuche von Fledermäusen im Raum Rodewald (NI) mittels verschiedener Nistkästen in unterschiedlichen Waldhabitaten	Plusieurs contrôles annuels; 1995 : probablement 1 GR avec env. 23 ind. en <i>nichoir Schwegler- 2 FN</i> occupent aussi des cavités Schwegler-2F avec double paroi frontale et des nichoirs Schwegler-2M	Région Rodewald au nord de Hanovre	Bosquet à chêne, sous-étage arbustif fourni avec sorbier Forêt mélangée à sous-étage arbustif, plutôt bosquet

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Rhénanie-Palatinat	KÖNIG, H. & W. KÖNIG (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6) : 529-544.	<p>Au total dans la région d'étude en 1992-94: 528 animaux dans 10 secteurs avec GR sur 15 connus</p> <p>Etudes dans un massif spécifique à nichoirs :</p> <p>8 GR avec 5-15 animaux</p> <p>En cavités bois-béton Schwegler</p>	Différents massifs forestiers dans les montagnes du nord Palatinat	<p>Dominance feuillus (80 %), surtout hêtre et chêne rouvre</p> <p>Massif particulier à nichoirs le long de deux chemins forestiers :</p> <p>chemin 1: chênaie rouvre de 103 à 129 ans, hêtres de 45 à 85 ans, qq. douglas, pins et mélèzes ; sol acide, sous-étage rare, qq. clairières, ensemble relativement ombragé</p> <p>chemin 2: forêt mélangée avec des pins de 80 ans, hêtres et chênes de 88 à 150 ans ; à côté de plus grands espaces avec des jeunes rejets de souches de chêne, relativement exposé au soleil</p>
Saxe et Thuringe	HIEBSCH, H. & D. HEIDECHE (1987) <i>Nyctalus</i> 2(3/4) : 213-246.	<p>Depuis 1975 : 5 GR avec jusqu'à 18 femelles et 10 juv. en <i>nichoirs et bâtiments</i></p> <p><i>Nichoirs à oiseaux</i></p>	Heldrungen, OT Braunsroda, (canton. Artern); Schwiederschwenda (canton Sangershausen); Georgental (canton Gotha); Hainsberg (canton Freital) u. Wittgensdorf (canton Zittau)	Hêtraie du Langental
Schleswig-Holstein	DIETERICH, H. & J. DIETERICH (1998) <i>Nyctalus</i> 6(6) : 627-629.	<p>19.8.1998: 1 GR avec 8 ind. en <i>cavité béton-bois</i> pour oiseaux</p> <p><i>Nichoirs</i> installés depuis 1996</p>	Ahrensböck, env. 18 km nord-est Bad Segeberg	Forêt avec des réserves de hêtres de 150 ans avec un sous-étage hêtre en régénération naturelle (hêtraie à mélèze) qq. chênes et autres jeunes feuillus, bordure de chemin large et claire, et plusieurs trous d'eau
Thuringe	TRESS, C. <i>et al.</i> (1994) Fledermäuse in Thüringen. <i>Naturschutzreport</i> 8.	<p>10 GR ainsi que 15 autres gîtes d'été (gîtes individuels ou d'accouplement); dont 65 % en <i>nichoirs</i>, 31 % en <i>cavités d'arbres</i>, 4% derrière <i>des volets</i>. 4 GR en <i>nichoirs à oiseaux</i></p>	Pas de données du lieu	Présence surtout en forêt feuillue mélangée chaude et sèche, mais aussi en forêt résineuse et autres forêts, ainsi qu'en régions légèrement urbanisées

Pour des besoins de recherche le murin de Bechstein a été bagué davantage dans les années 1960 et 1980. Au centre de baguage de Bonn, plus de 1700 individus sont répertoriés (voir aussi Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002), dont 85 % ont été trouvés en gîtes artificiels (presque 90 % en forêt) et le reste en gîte d'hibernation. Presque 1400 murins de Bechstein ont été marqués entre 1981 et 1998 dans la région d'Ebrach, dans le Steigerwald en Nord-Bavière (SCHLAPP, 1990 et comm. pers.). Le murin de Bechstein était moins au cœur des recherches scientifiques dans les länder de l'est avec 340 baguages (ZÖPHEL, 1998).

On rencontre régulièrement en Allemagne des murins de Bechstein isolés qui chassent en forêt d'altitude (vers 1300 m; HOLZHAIDER, 1998; Rudolph & Meschede, non publié). On ne connaît par contre pas de colonie de reproduction en altitude. CERVENY & BÜRGER (1989) indiquent des gîtes d'été au-dessus de 900 m dans la forêt de Bohême. Ils avancent une préférence de cette espèce pour des régions plus chaudes.

À l'époque postglaciaire, le murin de Bechstein a dû être bien plus abondant qu'aujourd'hui : lors d'études sur les sédiments dans des grottes des Alpes franconiennes, on a pu constater 50 fois plus de murins de Bechstein qu'à l'époque actuelle (RUPP, 1991; LIEGL, 1987). À la même époque, le grand murin était bien plus rare (voir aussi chap. 3.1 «Le grand murin»). Dans d'autres faunes subfossiles, jusqu'à il y a environ 7000 ans, le murin de Bechstein est la chauve-souris la plus courante (p. ex. SCHAEFER, 1973; KOWALSKI *et al.*, 1963). D'après BAUER & WEISSENSTEINER (1987) on peut mettre en relation l'augmentation du grand murin et le recul du murin de Bechstein avec l'histoire de la civilisation humaine et les activités liées au défrichage et aux constructions (greniers comme gîtes pour le grand murin), surtout depuis le Moyen Âge. Le moment du début du recul du murin de Bechstein est difficile à définir.

En comparaison avec d'autres espèces, nous avons de bonnes connaissances sur l'établissement, la structure, la densité et la dynamique des populations du murin de Bechstein (WOLZ, 1986; SCHLAPP, 1990; KERTH, 1998). Toutes les populations étudiées en Bavière du nord s'avèrent particulièrement fidèles aux gîtes et aux habitats, ce qui peut s'expliquer par l'adaptation aux conditions stables de l'habitat. Ce dernier facteur conditionne également une durée de vie longue et un taux de reproduction faible. Ce taux est calculé dans la région de recherche près de Würzburg à 0,63 petit/femelle/an. Pour les espèces migratrices (p. ex. noctules) on observe souvent des naissances de jumeaux. Ces espèces mobiles ont des taux de reproduction nettement supérieurs.

La population de la région de Ebrach/Steigerwald est estimée à 320 animaux, ce qui correspond à une densité de 9,4 individus/km² (SCHLAPP, 1990). KERTH (1998) a trouvé entre 21 et 50 murins de Bechstein lors d'une

étude pluriannuelle dans une forêt feuillue mélangée près de Würzburg (aire d'étude du Blutsee), soit une densité de 7-16 individus/km². En moyenne il y a 30 individus par colonie, ce qui donnerait une densité de 10 animaux/km², donc le même taux que pour la Steigerwald. D'après diverses observations une colonie de mise bas peut compter de moins de 10 jusqu'à 80 femelles (KERTH & KÖNIG, 1994; LEITL, 1995; WOLZ, 1992). Le changement courant de gîtes et l'association de plusieurs colonies de reproduction en un groupe semble typique pour cette espèce (WOLZ, 1986; KERTH, 1998).

Écologie trophique et comportement de chasse

D'après SCHLAPP (1990), le murin de Bechstein colonise, dans la forêt d'Ebrach ainsi que celle de Winkelhof dans le Steigerwald du nord (Nord-Bavière), aussi bien des peuplements denses de chêne et hêtre de 100-130 ans, que des hêtraies à deux étages avec une régénération naturelle sous abri de 140-170 ans. Autant les mâles solitaires que les colonies de mise bas montrent d'une année à l'autre une grande fidélité à leur territoire et à leurs gîtes. Dans la même aire d'étude, WOLZ (1986) a utilisé la télémétrie pour définir les territoires de chasse de femelles dans un peuplement centenaire mélangé de hêtre, chêne, charme et pin. La strate arbustive était absente sous la couverture fermée. Les femelles chassaient dans une forêt de chênes de 150 ans gérée par éclaircies avec un mélange de hêtre et une régénération étendue de hêtre de 1-3 m de hauteur.

Le murin de Bechstein utilise une stratégie de chasse caractérisée par un vol lent et habile dans un environnement riche en obstacles. Il capture les proies en vol stationnaire sur le substrat. La découverte par hasard d'une femelle de murin de Bechstein, en juin 1995 dans le district de l'office forestier de Riedenburg en basse Bavière, dans un piège (piège Eklektor) posé sur une branche de houppier pour intercepter des invertébrés, pourrait indiquer que le murin de Bechstein grimpe le long des troncs et branches d'arbres à la recherche de proies.

Lors d'études intensives sur l'écologie trophique du murin de Bechstein, WOLZ (1993) a trouvé des papillons de nuit et des diptères, mais aussi des araignées et des opilions, dont la capture n'est possible que par glanage sur le substrat comme indiqué ci-dessus. TAAKE (1992) a trouvé comme principal groupe de proies des représentants de la famille des Tipulidae. Cette observation a été confirmée dans le cadre du présent projet dans un massif forestier riche en résineux dans le Haut-Palatinat (voir plus loin et Wolz *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002).

Gîtes

Gîtes naturels

Les gîtes naturels estivaux sont surtout des trous de pics

creusés dans diverses essences d'arbres (p. ex. chêne, bouleau, hêtre). Occasionnellement on trouve par hasard des animaux isolés derrière des écorces décollées (ISSEL *et al.*, 1977; Steinhauser *in* MESCHEDE *et al.*, 2002; CERVENY & BÜRGER, 1989); souvent il s'agit de mâles solitaires. Les gîtes sont à des hauteurs comprises entre 0,5 m et plus de 18 m (FUHRMANN & GODMANN, 1994). CERVENY & BÜRGER (1989) supposent qu'il y a une offre suffisante de gîtes dans les hêtraies mélangées. Dans la forêt de Bohême on peut rencontrer des murins de Bechstein dans des cavités d'arbres entre le 15 mai et le 15 août. Les populations des gîtes de mise bas comptent ici jusqu'à 27 individus. SCHORCHT (1998) connaît une colonie de mise bas avec plus de 50 animaux en association avec la noctule de Leisler dans un chêne sur les pentes de la vallée de la Werra en Thuringe. Les gîtes naturels dans des arbres ont un microclimat particulier, plus équilibré et plus frais que celui des gîtes artificiels. Le murin de Bechstein préfère des gîtes naturels avant et après la mise bas, même quand un nombre suffisant de gîtes artificiels sont à sa disposition. Pour la mise bas et l'élevage il occupe par contre préférentiellement des nichoirs (Kerth *et al.* *in* MESCHEDE *et al.*, 2002; WEISSMANN, 1997).

GÜNTHER *et al.* (1991) donnent des indications sur les mensurations des cavités d'arbres. Dans le Harz de l'est, en chênaie rouvre bicentenaire exclue de la gestion de production, une cavité de mise bas dans un ancien trou de pic épeiche a les mensurations suivantes: ouverture 4,7 x 4,2 cm, hauteur du trou au-dessus du sol 3,35 m, diamètre du tronc à 1,3 m de hauteur 25 cm, cavité creusée de 15 cm vers le haut. FUHRMANN & GODMANN (1994) décrivent des gîtes naturels dans le cadre d'études de télémétrie sur le murin de Bechstein comme suit: galerie de pic agrandie vers le haut par pourriture, cavité dans le pied de l'arbre remontant haut, souvent dans des troncs de faible diamètre (souvent observé sur des hêtres en station de pente) ou sous des lambeaux d'écorce décollés. Les cavités se trouvent dans des chênes et des hêtres, et jamais en lisière.

Gîtes artificiels

Le murin de Bechstein adopte rapidement et durablement les gîtes artificiels (autant des nichoirs pour oiseaux que pour chauves-souris). Ceci pourrait être dû au microclimat. Les premiers renseignements à ce sujet ont été apportés par l'étude de WEISSMANN (1997) dans la région de Würzburg (voir plus loin). Dans des forêts feuillues écologiquement riches on peut, d'après WEISHAAR (1996), «augmenter le nombre de contacts presque à volonté en les garnissant de nichoirs». Avec les connaissances fondamentales acquises à ce jour, on ne s'étonne plus que le murin de Bechstein ait été trouvé régulièrement lors des premières grandes campagnes de pose de gîtes artificiels, comme en Bavière dans les années 50 et 60 (ISSEL & ISSEL, 1955; ISSEL, 1958). Depuis on sait par

des études à long terme que le murin de Bechstein occupe des nichoirs à oiseaux (p. ex. nichoir à pignon bavarois) relativement tard dans le printemps, souvent après la fin des couvées des oiseaux, vers la fin juin (SCHLAPP, 1990); avant ils occupent probablement des cavités d'arbres. On peut en rencontrer à partir d'avril dans des nichoirs à chauves-souris, à l'exception des gîtes artificiels plats (KERTH & OTREMB, 1991). Mais là aussi la concurrence avec les couvées d'oiseaux peut être importante. Près de Würzburg, KERTH (1998) a trouvé des nids de mésanges dans près de 90% des nichoirs à chauves-souris. Les nichoirs dans lesquels les couvées de mésanges arrivaient à terme restaient pendant ce temps interdits aux murins de Bechstein. Des cavités de nichoirs, même d'un petit volume ou encombrées par les matériaux de nidification des oiseaux, ne sont pas des obstacles à une occupation, du moins par des murins de Bechstein solitaires (KÖNIG & KÖNIG, 1995).

Les nichoirs sont abandonnés fin octobre (KERTH, 1998); on peut toutefois y rencontrer occasionnellement des animaux isolés jusqu'à la deuxième moitié de novembre (KÖNIG & KÖNIG, 1995). Kerth *et al.* (*in* MESCHEDE *et al.*, 2002) ont trouvé que les nichoirs sont occupés préférentiellement pendant l'époque des naissances; ils étaient vides parfois pendant plusieurs semaines avant et après. Les animaux occupaient entre temps des arbres, peut-être pour des raisons climatiques. WEISSMANN (1997) a pu démontrer que les animaux préféraient des cavités d'arbres lors des journées fraîches (voir aussi chap. 3.3.1). Les nichoirs occupés sont souvent accrochés à faible hauteur (SCHLAPP, 1981), dans des endroits libres et ensoleillés (LEITL, 1995), mais des nichoirs cachés seront aussi découverts (WISSING & KÖNIG, 1995). Cette capacité est un avantage du murin de Bechstein par rapport aux autres espèces. Les nichoirs cachés peuvent aussi être trouvés occasionnellement par l'oreillard roux ou le murin de Natterer.

Les observations en bâtiment sont l'exception. On a eu connaissance de la découverte d'une colonie de mise bas accrochée librement dans un bâtiment dans la région de Dresde (WILHELM, 1978), et WEISHAAR (1996) rapporte l'observation d'un mâle adulte solitaire qui avait pris comme gîte une pièce de chauffage en cave tout au long d'une année dans l'ouest de la Rhénanie Palatinat. TRESS *et al.* (1994) citent une colonie de mise bas dans un bâtiment en Thuringe, et un gîte de mise bas dans une charpente a été enregistré par le centre de coordination de Bavière du sud (Zahn, comm. pers., 1999).

Changements de gîte

Le murin de Bechstein est une espèce particulièrement mobile malgré sa grande fidélité vis-à-vis du territoire. KERTH (1998) a déterminé que les femelles de la colonie de Blutsee près de Würzburg avaient occupé en moyenne 24 gîtes diurnes différents au cours d'un été. Toute la

colonie pouvait être distribuée sur environ 50 gîtes différents répartis sur une surface de 40 ha seulement. Ces valeurs n'ont pratiquement pas changé pendant trois ans de suite. Un individu ne revient que deux à trois fois par an dans le même gîte et change de nouveau après quelques jours. Même les mères changent régulièrement de gîte avec leurs petits. Les mâles par contre paraissent plus fidèles et occupent parfois le même nichoir pendant des semaines.

Les gîtes d'hiver du murin de Bechstein sont souvent sous terre dans des caves, grottes ou mines ; à ce jour on ne connaît pas de gîtes d'hibernation dans des cavités d'arbres.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Le suivi du murin de Bechstein dans son habitat estival, donc en forêt, n'est pas toujours aisé et demande l'emploi de moyens importants et de méthodes appropriées (contrôle de nichoirs, capture au filet). Le murin de Bechstein n'a pu être contacté que dans 5 forêts (dont une alluviale) sur les 24 forêts inventoriées pour ce projet. Trois gîtes de reproduction ont été découverts, tous en dehors des forêts alluviales ou montagnardes (voir Tableau 34, chap. 3.5.5). Ils comprennent les premières mentions de reproduction certaines pour le sud badois sous la forme d'une petite colonie de reproduction dans un nichoir à environ 5 km au sud de Müllheim, et la capture d'une femelle allaitante dans le golf de Fribourg (Brinkmann dans le rapport de projet Kretzschmar, 1997). Les forêts sont décrites comme «forêts normales de production» sans pourcentage extraordinaire de bois vieux ou mort. D'après l'estimation de Robert Brinkmann, le murin de Bechstein serait en réalité plus abondant dans la région du sud badois que ce que l'on avait pensé jusqu'ici. La méthode de détection la plus efficace pour le murin de Bechstein est le contrôle de gîtes artificiels. Les recherches au détecteur d'ultrasons demandent un gros effort de traitement. Les cris du murin de Bechstein sont si faibles que l'on ne capte que les animaux qui passent à proximité immédiate de l'observateur.

Le point fort des recherches pour cette espèce a été l'étude des exigences en habitats de chasse et en gîtes dans différentes forêts. Des études de télémétrie ont été menées pendant 3 ans dans 5 forêts différentes (Tableau 9 ; voir aussi Kerth *et al.*, Fuhrmann *et al.*, Steinhäuser, tous in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). A part l'aire d'étude près de Würzburg, ces forêts n'étaient pas identiques à celles où ont été menées les recherches faunistiques. Les résultats les plus importants seront comparés ci-dessous. Les détails pourront être consultés dans les rapports complets des recherches correspondantes dans le tome II (MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

Peuplements forestiers - territoires de chasse

R. Leitl a décrit en détail les peuplements forestiers pour

les aires d'étude de Blutsee, Hirschwald et Johannisberg.

Blutsee (aire d'étude n°19)

Sur environ 300 ha de superficie, 105 peuplements ont été distingués. On peut superposer les informations des relevés des peuplements avec les données de télémétrie sur l'écologie des chauves-souris (résultat du radiopistage de 13 murins de Bechstein, dont l'aire d'activité s'est étendue sur une surface d'environ 140 ha) :

- un bon tiers des peuplements a plus de 100 ans. Exception faite des jeunes parcelles de 40 ans, toutes les classes d'âge sont exploitées proportionnellement à leur surface, avec une légère préférence pour la classe d'âge 70-100 ans ;
- des peuplements de 70-100 ans avec au moins 50-90 % de feuillus sont nettement plus exploités que leur proportion dans l'aire d'étude ;
- des peuplements feuillus avec plus de 50 % de feuillus sont préférés aux peuplements avec plus de 50 % de résineux ;
- des peuplements de hêtres et chênes sont exploités pareillement, bien que les hêtraies soient plus abondantes ;
- des peuplements d'un couvert de 100 % dans la strate des houppiers sont évités, par contre les peuplements d'un couvert de 80 % sont préférés ;
- il y a tendance à éviter des peuplements sans strate intermédiaire et arbustive ;
- des pinèdes à trois strates ne sont en principe pas évitées, contrairement aux pessières ou douglaseraies, même à trois ou quatre strates ; dans l'ensemble il existe une préférence nette pour tous les peuplements de chêne et hêtre à plusieurs strates ;
- deux parcelles très fréquentées (par rapport au nombre des points de repérage) étaient une aire de stationnement et une parcelle en phase de boisement spontanée. Pour ces deux parcelles on peut supposer que les structures visitées sont les arbustes et lisières arbustives.

Dans l'ensemble on peut constater qu'il existe une préférence pour la chasse en peuplements riches en strates et bien structurés, et un évitement des forêts cathédrales sans sous-étage, ou des peuplements équiens.

Le Haut-Palatinate (aire d'étude n°20)

On peut trouver les résultats cartographiques des aires étudiées par télémétrie dans le Haut-Palatinate par Albrecht *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002. Nous pouvons résumer ainsi les principaux résultats :

- les animaux équipés ont chassé sur les parcelles à

Tableau 9 : Etudes de télémétrie sur les gîtes et les habitats du murin de Bechstein menées dans le cadre du projet.

Aire d'étude	Basse-Franconie (Bavière) (WAGNER, 1997 ; Kerth <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)		Haut-Palatinat (Bavière) (Albrecht <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)		Fläming (Brandebourg) (Steinhauser <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)	Taunus (Hesse) (Fuhrmann <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)	
	Blutsee (aire d'étude n°19)	Unteraltertheim (aire d'étude n°19)	Hirschwald (aire d'étude n°20)	Johannisberg (aire d'étude n°20)	Neunaigener Forst (aire d'étude n°20)	Golmberg (aire d'étude n°7)	Forêt communale Oberursel (aire d'étude n°14)
Descriptif forestier	Massif feuillu mélangé (hêtre, chêne et charme dominants)	Forêt mélangée feuillue-résineuse fragmentée (hêtre, chêne, pin sylvestre, mélèze), séparée par cultures et lotissements	Grand massif pin sylvestre-épicéa (88 % résineux)	Grand massif mélangé dominé résineux	Pinède à myrtilles	Forêt résineuse (pin sylvestre dominant)	Forêt mélangée âgée riche en feuillus ; hêtre dominant
Surface de l'aire d'étude	302 ha	500 ha	314 ha (placette)	321 ha (placette élargie)	> 300 ha	env. 12000 ha	250 ha
Année(s) d'étude	1996, 1997	1996, 1997	1998	1998	1998	1998	1997
Individus étudiés	3 ♂, 10 ♀	5 ♀	1 ♀	1 ♀	2 ♂	2 ♂, 3 ♀	2 ♂, 1 ♀
Superficie du territoire de chasse individuel	♂ : 11,4 ± 3,2 ha ♀ : 21 ± 7,5 ha	47,3 ± 18,2 ha	21,4 ha	19,9 ha	49 ± 27,2 ha	env. 170-700 ha	30-80 ha
Superficie du territoire de chasse d'une colonie	250-300 ha	env. 250-300 ha	Pas de données	Pas de données	Pas de données	env. 1200 ha (extrapolation)	Pas de données
Fidélité individuelle au territoire de chasse	Elevé autant dans la même année que d'une année à l'autre	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé
Choix du gîte	Cavités d'arbres, nichoirs, env. 50 gîtes pour colonie de 21 individus, distantes jusqu'à 1300 m printemps : cavités d'arbres (plus frais); été : élevage en nichoirs (plus chaud), ensuite de nouveaux cavités d'arbres	Pas de découverte de cavité naturelle par télémétrie; occupation de 30 des 80 nichoirs à oiseaux ou chauves-souris disponibles	2 gîtes (nichoirs) en 5 jours	4 gîtes (nichoirs) en 4 jours	♂ 1: un nichoir et un gîte arboricole en 5 jours ♂ 2: 2 nichoirs en 4 jours	7 gîtes étudiés (6 fois cavité d'arbre, 1 fois écorce écartée)	11 fois nichoirs 4 fois cavité d'arbre

Aire d'étude	Basse-Franconie (Bavière) (WAGNER, 1997; Kerth <i>et al.</i> <i>in</i> MESCHEDÉ <i>et al.</i> 2002)		Haut-Palatinat (Bavière) (Albrecht <i>et al. in</i> MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002)		Fläming (Brandebourg) (Steinhauser <i>in</i> MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002)	Taunus (Hesse) (Fuhrmann <i>et al. in</i> MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002)	
Changement de gîte	Les femelles presque chaque jour; les mâles sont plus fidèles à un gîte; environ 24 gîtes par individu et par été	Non étudié	Env. tous les 2 jours	Quotidien	Env. tous les 2 jours	Env. tous les 3 jours	Env. tous les 1- 2 jours
Distance gîte-territoire de chasse	♂: 12 ± 17 m ♀: 169 ± 185 m, max 1000 m	141 ± 140 m; max. 1000 m	0-900 m	0-700 m	0-1400 m	♂: 700-2000 m ♀: max. 1200 m	500-1000 m
Distance gîte-gîte	max. 1300 m	qq. centaines de mètres	100-400 m	0 à 1000 m	50-900 m	qq. centaines de mètres jusqu'à max. 2500 m	20-300 m
Observations par rapport aux territoires de chasse	Vieux peuplements clairs et pauvres en sous-étage jusqu'à 100 ans	Un tiers des visées en parcelles de forêt à statut indéfini (survol entre deux forêts ou chasse); deux tiers en forêt mélangée	Parcelles à résineux dominants; sans rares îlots de feuillus; peuplements à strate intermédiaire marquée, strate arbustive et herbacée peu développée	Chasse rare en terrain ouvert; qq. survols de prairies et le long des lisières; peuplements avec strate arbustive et intermédiaire pauvre avec strate herbacée plus ou moins développée	Pinède avec en partie un sous-étage très dense d'épicéa	Surtout peuplements de résineux et feuillus, mais aussi peuplements feuillus-feuillus-résineux et pinèdes pures	Forêt mélangée riche en feuillus avec peuplements surtout âgés avec hêtre dominant; vol bas (3-5 m) et jusqu'aux houppiers

résineux dominants, et n'ont préféré aucun îlot feuillu présent dans un rayon d'action supposé d'un km autour de la colonie ;

- des parcelles ouvertes telles que des terres labourées n'ont été visitées que très rarement, mais des individus ont survolé des prairies et longé des lisières forestières.
- *Hirschwald*: des peuplements de forêts résineuses mélangées (pin, épicéa) avec des strates intermédiaires d'épicéa riches ont représenté jusqu'à 75 % des noyaux d'activités de la femelle suivie dans le Hirschwald et environ 65 % du territoire total visité. Comparativement, cet animal a nettement moins exploité les futaies résineuses (pin, épicéa) avec une strate intermédiaire et arbustive pauvre, ainsi que les perchis résineux (pin, épicéa) sans strate intermédiaire et arbustive (entre 3 et 22 %), bien que ce type de peuplement soit aussi important dans cette aire d'étude que dans la première. Nous pouvons en déduire une préférence pour des peuplements avec une strate intermédiaire bien développée et une strate arbustive et herbacée (litière) plus pauvre.
- *Johannisberg*: des peuplements de futaies résineuses (pin) avec des strates intermédiaires d'épicéa pauvres, et des strates arbustives d'épicéa et bouleau ont représenté entre 55 et 60 % du noyau d'activité de la femelle suivie au Johannisberg. Bien que le type de peuplement futaie mélangée résineuse (pin, épicéa et chêne) avec une strate intermédiaire d'épicéa pauvre et une forte strate arbustive (pin, épicéa) ait une part plus importante dans cette aire d'étude que dans la première, ce type ne représente que 25 % du centre d'activité.

Des observations directes de la stratégie de chasse ont été obtenues par l'utilisation de bâtonnets lumineux (voir aussi Albrecht *et al.* in MESCHEDE *et al.*, 2002). Les mâles exploitaient toutes les strates entre la strate herbacée et la strate des houppiers lors de la chasse avec des pauses brèves contre des troncs d'arbres.

Fläming (aire d'étude n°7)

Dans cette aire d'étude, les habitats des 6 murins de Bechstein étudiés peuvent être décrits dans l'ensemble comme des peuplements résineux/feuillus en majorité, mais aussi des peuplements feuillus-feuillus-résineux et des peuplements purs de pin (voir aussi Steinhäuser in MESCHEDE *et al.*, 2002). En particulier les peuplements suivants dominaient dans la zone d'activité :

- peuplement irrégulier feuillus-résineux hêtre-pin,
- futaie jeune ou moyenne et peuplements irréguliers de pin avec mélange de feuillus,
- futaie jeune ou moyenne et peuplements irréguliers de pin et sapin de Douglas,

- futaie jeune ou moyenne et peuplements irréguliers de chêne avec mélange de pin.

Bien que des types différents soient représentés, la plupart des peuplements visités sont caractérisés par leur irrégularité et leur structure stratifiée.

La durée d'activité dans les peuplements feuillus ou mélangés feuillus/résineux augmente au cours de l'année. Ce type de peuplement est recherché tout particulièrement comme territoire de chasse. En septembre le taux de visite est d'environ 37 %. Jusqu'à la première quinzaine de septembre la pinède pure occupe une place stable de 15 à plus de 20 %. L'animal étudié début septembre a été le seul à ne pas visiter de pinède pure. Tout au long de l'année ce sont les forêts mélangées feuillus-résineux (pinèdes très structurées) qui sont le mieux représentées (40-45 %). Les principaux territoires de chasse sont exploités par le murin de Bechstein d'une façon relativement traditionnelle et conservatrice.

Contrairement aux trois autres aires de télémétrie on a pu constater à Fläming des distances supérieures à 3 km entre le gîte et le territoire de chasse. Mais même ici le noyau d'activité de chasse se situait entre 500 et 1500 m. L'aire d'activité de tous les animaux suivis peut être projetée sur une superficie d'environ 1200 ha. Actuellement on ne peut pas encore clairement dire si cette différence nette de surface par rapport aux résultats de Würzburg dépend du type forestier, de la structure ou du mélange d'essences. D'autres études seront nécessaires dans ce sens.

Forêt communale d'Oberursel (aire d'étude n°14)

Dans la chênaie-hêtraie mélangée riche en vieux bois de la forêt communale d'Oberursel, les animaux étudiés chassaient dans un espace réduit à l'intérieur du massif. Des relevés plus précis des peuplements n'ont pas été réalisés dans cette forêt (résultats détaillés dans Fuhrmann *et al.* in MESCHEDE *et al.*, 2002).

Régime alimentaire

Pour compléter les études de radio-pistage dans le Haut-Palatinat (forêt de Schnaittenbach), des échantillons de guano ont été récoltés dans deux gîtes de mise bas entre mai et octobre 1997 et 1998 (voir aussi Wolz in MESCHEDE *et al.*, 2002). Le régime alimentaire du murin de Bechstein a varié entre le printemps et l'automne en fonction des pullulations d'insectes.

Mai : l'essentiel des proies est représenté par des arthropodes peu aptes au vol ou non volants. Les coléoptères carabidés sont fortement représentés. Les murins de Bechstein doivent donc avoir glané une partie de leurs proies au sol. On trouve aussi des araignées, larves de lépidoptères, myriapodes et dermoptères.

Juin : les femelles de l'espèce *Tipula scripta* (sous-espèce *vestiplex*), une espèce abondante en pessière de moyenne montagne, représente la proie principale. Comme au mois de mai on retrouve des coléoptères, araignées, larves de lépidoptères et opilions. Les lépidoptères sont peu représentés.

Juillet : les proies principales sont des lépidoptères nocturnes (époque de vol la plus importante). Il y a aussi des homoptères, orthoptères tettigonidés et larves de coléoptères.

Août : les lépidoptères, proies principales du mois précédent, sont remplacés de nouveau par des proies non volantes telles que des dermoptères, des orthoptères tettigonidés, opilions et larves de lépidoptères.

Septembre : les proies principales sont des lépidoptères et des dermoptères.

Octobre : répartition sur huit catégories de proies : lépidoptères, diptères nématocères, névroptères, coléoptères, orthoptères tettigonidés, araignées, larves de lépidoptères et de coléoptères, et dans de rares cas aussi des trichoptères.

Les diptères sont sur les deux années d'étude les proies principales. On distingue cependant une forte disparité d'une année à l'autre. Les lépidoptères arrivent en seconde position en 1997. En 1998 ce rang est occupé par les dermoptères, suivis des araignées, coléoptères, larves de lépidoptères et orthoptères. La capture sur le substrat est confirmée par la découverte de restes végétaux dans les déjections. On observe une grande homogénéité de composition de déjections entre les femelles occupant le même gîte artificiel ; l'échantillon de guano fourni par l'animal muni d'un émetteur, et celui déposé dans le gîte par ses congénères, donnent les mêmes résultats qualitatifs. La découverte de diptères chironomidés et de trichoptères montre une activité de chasse à proximité de l'eau.

L'examen d'échantillons fécaux de murins de Bechstein de l'aire d'étude de télémétrie à Fläming a démontré que les proies potentielles localement abondantes étaient exploitées : des restes de fourmis ailées, qui apparaissent massivement dans les forêts de pin, ont été trouvés.

Le choix des gîtes

La sélection des gîtes est déterminée par la température de l'environnement. Les femelles choisissent plutôt des nichoirs pendant les journées chaudes. Par temps frais les animaux séjournent plutôt en cavités d'arbres, par exemple au printemps et après l'élevage des jeunes. La raison pourrait être liée à la température plus stable des cavités naturelles. D'après les études de WEISSMANN (1997) elle est en moyenne plus basse et moins sensible aux variations de température extérieure que celle des

nichoirs. Les études de radio-pistage ont montré que les changements de gîtes, entre nichoirs et cavités d'arbres, sont fréquents.

La couverture forestière dans l'environnement des gîtes

Sur la base des données existantes sur la répartition des forêts feuillues et résineuses, et sur la présence du murin de Bechstein pour la totalité de la Bavière, des analyses ont été menées sur ArcInfo, concernant la corrélation entre présence de murins et de forêts (voir aussi Gleich in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Sur la Figure 2 (chapitre 3.1.3 «Le grand murin») on peut constater que l'environnement immédiat d'un gîte d'été de murin de Bechstein est forestier. De plus on observe une nette préférence pour une forêt à dominante feuillue.

L'importance du milieu forestier pour le murin de Bechstein

Le murin de Bechstein est considéré comme l'espèce de chauve-souris la plus liée à l'écosystème forestier. SCHLAPP (1990) l'appelle «chauve-souris de forêt vierge», dont la population peut être soutenue par une gestion proche de la nature. Les résultats du projet confirment que l'espace «forêt» est le biotope vital, du moins pour la population d'Europe centrale. Le milieu forestier type peut être défini comme feuillu en majorité. Une structure équilibrée et une stratification riche sont deux paramètres importants, bien que des peuplements trop denses soient évités. Après l'analyse des données des relevés forestiers dans le cadre de ce projet, on peut définir, pour les activités de chasse du murin de Bechstein un taux de couverture optimale de 15-30% pour le sous-étage (intermédiaire et arbustif). Au vu de tous les résultats, il est évident que cette espèce est celle qui exploite le plus intensément et le plus longtemps dans l'année l'écosystème forestier.

Les populations du murin de Bechstein en forêt résineuse doivent être considérées d'après les résultats du projet d'une façon différenciée : est-ce que ces populations sont réellement viables, ou s'agit-il là de populations en voie de disparition ? Cette question ne peut pas trouver de réponse dans le cadre de ce projet. Mais si nous prenons en considération les résultats d'études des forêts riches en pin (Fläming) et riches en épicéa et pin (Haut-Palatinat), nous pouvons définir les différences suivantes par rapport aux forêts feuillues :

- en forêt à dominante résineuse la densité de murin de Bechstein par hectare est moindre ;
- les individus chassent sur des territoires plus vas-

tes en forêt résineuse pauvre en sous-étage, mais cette évaluation demande confirmation.

Par contre on ne peut exclure qu'une forêt résineuse richement structurée puisse être un espace vital (sub-optimal) pour le murin de Bechstein, si elle offre un nombre suffisant de gîtes.

Pour récapituler :

- la plupart des pessières régulières ne peuvent servir d'habitats au murin de Bechstein ;
- les densités de population les plus élevées ont été constatées en forêt feuillue comparées aux pinèdes/pessières occupées localement, par exemple en Haut-Palatinat ou à Fläming.

Les conséquences pour la protection du murin de Bechstein

Une protection orientée sur les colonies est à rechercher en particulier pour des chauves-souris fidèles aux sites. Des unités sociales fermées comme celles du murin de Bechstein réagissent probablement difficilement à des changements profonds de l'environnement. Mais une protection orientée sur les colonies veut dire que la gestion forestière respecte les besoins d'une telle unité sociale. Cela signifie veiller à la présence suffisante de gîtes naturels et d'un territoire de chasse viable pour une colonie de reproduction. Les études de télémétrie mettent en évidence un rayon d'action relativement petit autour des gîtes. La plupart des animaux occupent un territoire d'un rayon maximal de 1,5 km et s'éloignent seulement exceptionnellement jusqu'à 3 km de la colonie. Plusieurs colonies dans un secteur relativement réduit forment des associations de gîtes de mise bas. La zone de protection d'une association de gîtes de mise bas doit couvrir les exigences spatiales de l'ensemble des colonies constituantes. Les forêts de chasse préférées ont une structure complexe (jusqu'à 5 étages), les sous-étages ne doivent pas être trop denses (couverture maximale de 30 %).

Les résultats de WEISSMANN (1997) montrent l'utilisation de gîtes à microclimat différencié. Le murin de Bechstein a besoin d'une large offre en gîtes, qui seront choisis suivant le stade d'évolution de la reproduction. Le nombre d'environ 50 gîtes établis pour une colonie au courant d'un été à Blutsee (voir Kerth *et al.* in MESCHÉDE *et al.*, 2002) doit être considéré comme un minimum pour une espèce vivant d'une façon permanente en forêt. Il en va de même pour les territoires de chasse. La comparaison de deux colonies dans la région de Würzburg, l'une située dans un massif forestier continu à Blutsee, l'autre dans un massif fragmenté de forêts mélangées près d'Unteraltertheim, donnait une superficie des territoires de

chasse semblable pour les deux colonies d'environ 250 ha. Le rayon d'action individuel était par contre sensiblement plus important pour la deuxième aire d'étude, dans laquelle les animaux passaient plus de temps à survoler des espaces agricoles ouverts. Le murin de Bechstein est probablement une espèce adaptée à des conditions d'alimentation stables, puisque son habitat est composé presque exclusivement de l'unité végétale « forêt » (voir aussi SCHLAPP, 1990; KERTH, 1998). Il est moins opportuniste que d'autres espèces, qui exploitent d'une façon flexible et spontanée de nouvelles sources de nourriture. Une dégradation de la qualité des territoires de chasse peut poser des problèmes énergétiques importants pour le murin de Bechstein, réduire la reproduction et mener à l'affaiblissement progressif de la colonie et ainsi au recul de la population.

Finalement les résultats sur le comportement social constituent des pièces importantes pour la compréhension des exigences complexes de cette espèce. Des contacts sociaux et une certaine taille des groupes constituent des éléments vitaux. Un recul des populations causé par la dégradation de l'habitat atteint à un moment donné une limite critique, au-delà de laquelle la reproduction ne réussit plus pour des raisons sociales. Une telle population est condamnée à disparaître à long terme. La longévité du murin de Bechstein étant de 20 ans minimum, un tel recul n'est pas perceptible immédiatement.

La protection du murin de Bechstein dans les forêts d'Allemagne implique, eu égard à son statut d'espèce menacée dans toute l'Europe (espèce de l'annexe II de la directive HFF de l'Union Européenne) :

- le maintien et la protection (sécurisation) des forêts abritant des colonies de reproduction (groupes de mise bas) par le maintien, la reprise et le soutien d'une gestion forestière qui favorise des forêts étagées, riches en feuillus et en cavités naturelles ;
- la protection rigoureuse dans les régions centrales avec des populations importantes et stables (groupes de mise bas d'au moins 20 femelles) de murin de Bechstein en Nord-Bavière (Steigerwald, forêts autour de Würzburg, Frankenalp, Hassberge, Röhn, Spessart), en Bade-Wurtemberg (Plaine Kocher-Jagst, les contreforts des alpages souabes, la moyenne montagne de la Haute-Souabe, Tauberland), en Hesse (Rheingau-Taunus, Westerwald), en Rhénanie-Palatinat (Pfälzerwald, Eifel, Hundsrück, Taunus, Palatinat de l'ouest, Westerwald), en Rhénanie-Westphalie (Eifel) et en Thuringe (Hainich, Hainleite, Forêt de Thuringe nord, montagnes schisteuses thuringiennes de l'est).

Ici se trouvent, d'après nos connaissances actuelles, les populations principales de cette espèce en Europe centrale. Nous devons aussi étudier où se trouvent des populations plus au nord, par exemple en Westphalie de l'est (Weserbergland) ou dans le Bergischen Land ;

- La désignation en tant que zone Natura 2000, en application de la directive européenne HFF, des zones forestières situées dans un rayon d'au moins 1,5 km autour de chaque colonie.

3.1.6. La noctule commune (*Nyctalus noctula* [Schreber, 1774])

Indications générales

La noctule commune, (désignée ci-après par l'abréviation «noctule»), est une espèce de grande taille. Elle appartient aux chauves-souris européennes à migrations saisonnières importantes avec la noctule de Leisler, la noctule géante, la pipistrelle de Nathusius, le minioptère de Schreibers et la sérotine bicolore.

Grâce aux observations de GEBHARD (1984, 1997), HEISE (1985b, 1989), et SCHMIDT (1985a, 1988a, 1997a), de nombreux détails concernant la biologie de la reproduction et l'écologie des populations de la noctule ont enrichi nos connaissances depuis le début des années 70. Comme les autres espèces migratrices, elle peut parcourir des distances supérieures à 1000 km entre les gîtes estivaux et hivernaux, et franchit ainsi des frontières d'Etat. La plus grande distance (environ 1600 km) a été parcourue entre un gîte de mise bas au nord, à Voronesh en Ukraine, et un site d'hiver dans le sud de la Bulgarie (BURESCH & BERON, 1962, – kilométrage erroné de 2347 km; GEBHARD, 1999a). Ainsi les animaux ont probablement parcouru plus de 100 km par nuit (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). La plupart des accouplements se font lors des migrations ou sur les sites d'hivernage. Le trajet général de migration est grossièrement orienté en Europe centrale depuis l'est et le nord-est vers le sud-ouest et inversement. Le plus récent résumé cartographique des récupérations de bagues a été publié par l'Office Fédéral pour la Protection de la Nature (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Les grandes distances de migration de la noctule semblent indiquer que pour la plupart des populations, il existe une large séparation entre les zones de reproduction et les zones d'hivernage.

La noctule se rencontre, du fait de la migration, dans toutes les régions d'Allemagne, en densité saisonnière variable (Tableau 10). Le gros des gîtes de reproduction se trouve au nord et nord-est de l'Allemagne. Les gîtes de reproduction les plus au sud se trouvent à la latitude de Nuremberg. En saison de migration, en avril/mai et après la fin août, on peut observer, là où l'on ne trouve que très peu d'animaux en été, de grands rassemblements de noc-

tules, tout particulièrement dans les vallées des grands fleuves (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Ces régions jouent un rôle important bien que saisonnier dans la vie de la noctule.

Comportement migratoire

Les noctules se rencontrent selon la saison dans des régions différentes : les femelles se retrouvent après la migration printanière dans des sites de reproduction au nord et nord-est de l'Allemagne et de l'Europe. A partir de la mi-août les mâles occupent des gîtes d'accouplement sur les trajets migratoires en attendant les femelles de passage. On observe de grands regroupements de noctules en avril-mai et à partir d'août dans les régions de transit et d'hivernation, surtout en Saxe, Hesse, le long du Rhin, du Danube, de la Lech, de l'Isar, du Main et d'autres grandes rivières et dans l'ensemble du sud de l'Allemagne (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002; ZAHN *et al.*, en préparation). Un rôle primordial est joué par les zones arborées le long des voies de migration, et tout particulièrement à proximité des rivières.

L'office fédéral pour la protection de la nature mène dans le cadre du Projet de Recherche et de Développement, des études sur la génétique des populations avec l'exemple de la noctule commune. Cette espèce forme à travers presque toute l'Europe une population génétiquement homogène (PETIT & MAYER, 1999). Le comportement de migration et les accouplements entre animaux non apparentés et loin des zones de reproduction en sont responsables. Par contre l'étude de l'ADN mitochondrial a montré qu'il existe de très nettes disparités entre différentes colonies de mise bas, qui ne peuvent être expliquées que par le lien très fort entre les femelles et leur lieu de naissance (PETIT *et al.*, 1999). Cinq mille noctules en hibernation dans le Pont de Levensau (Schleswig-Holstein) ont montré des différences faibles mais significatives avec les noctules d'Europe centrale et de l'Est. Elles font éventuellement partie d'une sous-population d'Allemagne du nord ou de l'Europe du nord-ouest (PETIT & MAYER, 2000).

Nos connaissances actuelles sur la migration se basent sur la recapture d'animaux bagués. Depuis longtemps déjà on marque les noctules par pose d'une bague sur l'avant-bras. Le centre de baguage de Bonn répertorie plus de 3000 baguages pour les länder de l'ouest, dont une moitié environ a été réalisée en été dans des nichoirs et des cavités d'arbres (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Pour cette espèce le taux est presque quatre fois plus élevé dans les länder de l'est, à cause des études intenses dans les régions de reproduction (ZÖPHEL, 1998). Dans le cadre du projet trisannuel entre 1996 et 1998 au moins 8500 noctules ont été baguées en Allemagne, dont environ 2200 à l'ouest et 6300 à l'est (voir plus loin).

Tableau 10: Observations de la noctule commune dans les forêts et peuplements d'arbres en Allemagne (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	v. HELVERSESEN, O., ESCHÉ, M., KRETZSCHMAR, F. & M. BOSCHERT (1987) Die Fledermäuse Südbadens. Mitt. bad. Landesver. <i>Naturkunde und Naturschutz</i> , N.F. 14(2): 409-475.	4/78 à 6/86 : lors de comptages d'envol de <i>cavité d'arbres</i> de 6 à > 100 animaux; max. en avril, min. en juin 26.6.85 : 1 ♀ gravide par <i>capture au filet</i>	Kappel, Weisweil, Ettenheim, Freiburg, Gottmadingen, Mettnau Weisweil	Observations (p. ex. trous de pic) dans hêtre, frêne, vieux saules, platane, peupliers
Bade-Wurtemberg	NAGEL, A. & R. NAGEL (1993) Ansiedlung von Fledermäusen mit Fledermauskästen. <i>Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bade-Württ.</i> 75: 113-131.	Contrôle août 84-92 : seulement qq. ♂/an, exception 92 : 24 ind. contrôlés seulement en sept. (plus d'immigration en sept.) <i>Découvertes en nichoir</i>	Weil ville	Vieille forêt mélangée résineuse claire (hêtre-chêne-sapin avec épicéa et pin sylvestre), sous-étage fourni
Bavière	KRONWITTER, F. (1988b) <i>Myotis</i> 26: 23-87.	44 gîtes, dont 14 en <i>nichoirs</i> , 30 en <i>cavités d'arbres</i> , les animaux ne chassaient jamais directement en forêt. <i>Découvertes en nichoirs et trous de pic</i>	Ebersberger Forst sud-est Munich	Epicéa dominant, la plupart des gîtes dans un ourlet forestier de 1-2 km de large le long de chemins et laies forestières, etc.
Bavière	LUGER, F. (1977) Untersuchungen über die Lebensweise und Umweltbeziehungen der Fledermäuse im Geisenfelder Forst. Dipl.-arbeit Univ. München.	Contrôles mars-sept. 1976 : total 6 ♂ en <i>nichoirs</i>	Schöngraben	Vieilles futaies fermées et gaulis denses de pin sylvestre et épicéa avec rares feuillus. Régénération naturelle feuillue par paquet sur toute la parcelle
Brandebourg	SCHMIDT, A. (1990) <i>Nyctalus</i> 3(3): 177-207.	Région de passage Groupes de migrations aller et retour <i>Découvertes en nichoirs</i>	District Möllenwinkel District Holzspree District Blankes Luch District Kirschweg	<ul style="list-style-type: none"> Pinède mélangée riche en espèces, strate arbustive avec de jeunes bouleaux, pins, sureau, bourdaine, chêne et robinier. Sous-parcelle pinède régulière, ici pinèdes pauvres à canches et lichen. Pinèdes pauvres à canches et lichen ainsi que bandes en mélanges feuillus étroites (pédonculé dominant) Futaie pin (90 ans), évolution de pinèdes à canches, myrtilles ou fougères aigles, sur de larges parties strate arbustive et régénération naturelle bouleaux et pins Forêt mélangée irrégulière et productive riche en espèces, sous-étage robinier, plantation hêtre sous abri
		2 GR en <i>cavités naturelles</i>		

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Brandebourg	HEISE, G. (1985b) <i>Nyctalus</i> 2(2): 133-146.	18.7.84 : GR avec 55 ind. dans un trou de pic noir <i>Cavités d'arbres</i> 12 groupes de noctules communes en partie avec GR dans un total de 54 cavités dans les massifs suivants: Parc urbain Prenzlau, Damerower Wald, Melzower Forst, Zerwelinier Heide dans <i>cavités d'arbres</i> 1979 - 1983 : un total de 191 ind., dont 85 dans un <i>nichoir</i> 4.8.84 : > 100 ind. en GR dans 5 nichoirs 12.6.83 : GR avec > 10 ind. Dans tous les massifs cités, à côté des GR aussi découvertes de gîtes d'accouplements , de groupes de ♂ et de ♂ solitaires	2 km ouest de Rosenow Rive sud Lac de Plaue entre Bad Stuer et Twietfort Lac de Plaue	34 cavités en hêtre, 8 en tilleul, 6 en pin, 2 en chêne et 2 en frêne, 1 en aulne et 1 en bouleau.
Hambourg	WIERMANN, A. & H. REIMERS (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6): 509-528.	> 20 animaux gîte d'été dans un peuplier gîte d'hibernation avec 40 animaux dans un douglas	NSG Duvenstedter Brook et forêt de Wohldorf en NE Eißendorfer Forst et Haake en S	Forêt de Hambourg: surtout forêts de production pauvres en trous de pics et en bois mort
Hesse	KOCK, D. & J. ALTMANN (1994) Großer Abendsegler. Die Fledermäuse Hessens; Verlag Manfred Hennecke.	<ul style="list-style-type: none"> Gîte d'été, connu depuis 1983, max. 10 ind./nichoir 1 GR (nbr. d'ind. inconnu) gîte de reproduction (découvertes de jeunes 31.7.88) <i>Découvertes en nichoirs</i>	Massif à nichoirs près Klein-Auheim Près Gießen Frankfurt/Riederwald	83,7 % pin sylvestre, 8,3 % chêne, 6,7 % aulne, 1,3 % hêtre
Hesse	JANSEN, E. A. (1993) <i>Nyctalus</i> 4(6): 587-620.	5.5.92 : 19 ind. 25.6.92 : 27 ind. Total 12 <i>arbres</i> avec des ♂ qui appellent <i>Découvertes en cavité d'arbre</i>	Karlsaue Au Daspel Karlsaue, Wolfsangerwald, Parc Schönfeld	Vieux parc avec des étangs

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Hesse	SCHWARTING, H. (1990) Kastenquartiere für Baumfledermäuse. <i>Natur und Museum</i> 120(4): 118-126.	9.4.88 : dans 4 nichoirs installés côte à côte 24 animaux en gîte intermédiaire en saison de migration Dans des <i>nichoirs</i> Schwegler-2FN	Forêt communale Hainburg	En lisière d'une pinède (pins de 30 ans sans cavité d'arbre), sol éclairé, végétation rare
Basse-Saxe	SCHOPPE, R. & A. BENK (1991) Fledermäuse im Landkreis Hildesheim. <i>Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsen</i> 26: 47-62.	Gîtes d'hibernation dans un hêtre abattu (420-430 animaux)	Forêt de Hildesheim	Pas de données
Rhénanie-Westphalie	SCHRÖPFER, R., FELDMANN, R. & H. VIERHAUS (1984) Die Säugetiere Westfalens. <i>Abhandl. a.d. Westfäl. Museum für Naturkunde</i> 46(4): 80-143.	1960-1983 : 16 gîtes d'hibernation avec 10 à 119 animaux. <i>Découvertes en cavités d'arbres</i>	Bad Lippspringe Haltern Castrop-Rauxel Ostbevern Lüdinghausen Paderborn-Sanden	86 % des observations en <i>arbres</i> creux : 9x en hêtre, 2x en chêne et 2x en frêne, 1x en chêne rouge et 1x en marronnier ; toutes les grandes colonies en hêtre (probablement ancien trou de pic noir) Colonies arboricoles en lisière de forêts feuillues, en bosquets, parcs et arbres d'allées
		Depuis 1972 : 13 gîtes d'été <i>Découvertes en cavités d'arbres et nichoirs</i>	Bad Lippspringe Ostbevern Warendorf Montagnes de Stemwede	9 gîtes en <i>trous de pics</i> , 3 en <i>nichoirs</i> , 2 en <i>bâtiments</i>
Rhénanie-Westphalie	ROER, H. (1993) <i>Decheniana</i> , 146, D. 138-183.	1/81 : gîtes d'hibernation avec env. 240 ind. Hiver 84/85 : pas de gîte d'hibernation en cavité d'arbre	Hambacher Forst près de Jülich Zone urbaine de Coblenze	Chêne de 160 ans abattu Platane
Rhénanie-Westphalie	TRAPPMANN, C. & S. RÖPLING (1996) <i>Nyctalus</i> 6(2): 114-120.	4.1.1995 : gîtes d'hibernation avec 90-100 ind. dans branche latérale d'un frêne abattu 6.1.1995 : gîtes d'hibernation avec 400 ind. en hêtre <i>Découvertes en cavités d'arbres</i>	Forêt près Havixbeck, canton Coesfeld Proximité de Westbevern, canton Warendorf	Vieux frêne dépérissant 8 ha de forêt mélangée ; vieille hêtraie ; 1,5 ha en coupe rase ; le gîte était dans un hêtre

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Rhénanie-Westphalie	VIERHAUS, H. (1997) Zur Entwicklung der Fledermausbestände Westfalens. Eine Übersicht. <i>Abh. Westf. Mus. Naturkd.</i> 59(3): 11-24.	Probablement aucun GR en Rhénanie-Westphalie Nov. à mars 1990-1996 : entre 14 et 400 ind. au total dans 7 gîtes d'hibernation <i>Découvertes en cavités d'arbres</i>	Lippstadt, Herzebrock, Ahlen, Havixbeck, Telgte, Emsdetten, Kr. Höxter	Observations lors d'élagages hivernaux
Rhénanie-Palatinat	KÖNIG, H. & W. KÖNIG (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6): 529-544.	1992-94 : total 22 animaux ♂, gîtes intermédiaires et de reproduction <i>Découvertes en nichoirs</i>	Différents massifs forestiers dans les montagnes du nord Palatinat	Feuillus (80 %), surtout hêtre et chêne rouvre Zone à nichoirs avec des nichoirs le long de deux chemins forestiers chemin 1 : forêt de chênes rouvres de 103 à 129 ans, hêtres de 45 à 85 ans, qq. douglas, pins et mélèzes; sous-étage rare, qq. clairières, dans l'ensemble relativement ombragé chemin 2 : forêt mélangée avec des pins de 80 ans, hêtres et chênes de 88 à 150 ans; parcelles avec des rejets de souche de chêne et hêtre, relativement exposé au soleil
Thuringe	TRESS, C. <i>et al.</i> (1994) Fledermäuse in Thüringen. <i>Naturschutzreport</i> 8.	44% des gîtes d'été en nichoirs, tous les 4 GR en cavités d'arbres 1 GR avec 25, 1 avec 46 animaux. <i>Découvertes en nichoirs et cavités d'arbres</i>	Sans indications de lieu de découverte	Trous de pic épeiche dans des gros hêtres de 120 à 170 ans
Thuringe	HEDDERGOTT, M. (1993) <i>Nyctalus</i> 4(6): 635-642.	10.6.91 : GR avec env. 30 ind. dans <i>trou de pic épeiche</i> 14.6.92 : GR avec > 45 ind. en <i>cavité d'arbre</i> 22.7.92 : GR avec env. 32 ind. dans <i>trou de pic épeiche</i>	1,5 km à l'ouest de Kallmerode Silbertal (Ohmgebirge) Langenberg, 3 km nord-est de Worbis	Hêtres de 120 ans Hêtres de 170 ans en haute futaie avec qq. îlots de vieux bois Hêtraie de 180 ans, irrégulièrement mélangée à d'autres feuillus

Écologie trophique et comportement de chasse

La noctule est connue pour son vol rapide mais peu manœuvrable ; elle chasse de préférence dans un espace aérien libre et sans obstacles, riche en insectes, par exemple sur des prairies, des labours, des champs moissonnés ou des dépôts d'ordures. Selon KRONWITTER (1988a), les aires de chasse des mâles se situent presque exclusivement dans des lotissements (vastes espaces urbanisés, lampadaires halogènes) et le long de lisières entre forêts et espaces agricoles, mais jamais au milieu des 1 500 ha du massif forestier d'Ebersberg. Cependant la plus grande activité de chasse se concentrait au-dessus des grandes étendues d'eau calme, telles que retenues et étangs, qui sont des lieux de grande production d'insectes. De grandes distances entre les gîtes et les aires de chasse sont franchies rapidement et avec facilité, comme l'ont montré des études de télémétrie (ALBRECHT, 1992 ; EICHSTÄDT, 1995 ; KRONWITTER, 1988a ; PROKOPH, 1998 ; SCHWARZ, 1988). Il est difficile de définir l'étendue des territoires de chasse pour cette espèce très mobile. Eichstädt indique pour un gîte de reproduction étudié en Neubrandenburg un territoire de chasse égal à 50 ha. Le rayon d'action complet d'un individu peut s'étendre sur plusieurs km² si l'on tient compte des distances parcourues régulièrement entre le gîte et les zones de nourrissage, qui atteignent facilement 10 km (Weid & Meschede, dans le cadre du projet). Les études ont aussi démontré que les animaux ont des comportements stéréotypés, retournant tous les soirs de la même manière dans les mêmes territoires de chasse, pour aller ensuite à un autre et retourner de nouveau au gîte à la nuit tombée.

Des analyses de régime alimentaire ont été menées par BECK (1995), EICHSTÄDT (1995), GLOOR *et al.* (1995), JONES (1995), RYDELL & PETERSONS (1998) et TAAKE (1992). Des insectes dépourvus d'organes d'audition, surtout des diptères (chironomes, moustiques, tipules), mais aussi des lépidoptères, ainsi que des trichoptères et des éphéméroptères représentent la part principale des proies. Il y a des différences saisonnières et régionales, et des exploitations opportunistes de concentrations de certaines espèces d'insectes tels que les hannetons. L'alimentation reflète les limites du type de sonar utilisé. Lors d'études en Lettonie, RYDELL & PETERSON (1998) ont déterminé qu'une envergure minimale d'environ 9 mm était nécessaire pour être détectable par les signaux basses fréquences de la noctule.

Gîtes

Gîtes naturels

Détecter des noctules est relativement aisé grâce à sa sociabilité marquée et ses cris sociaux audibles pour l'homme. On peut localiser les gîtes en fin d'été et en automne grâce aux marquages acoustiques du territoire par les mâles. Des regroupements plus importants sont

indiqués par les signaux précédant la sortie crépusculaire. A l'occasion de ce projet, un nombre croissant de gîtes de noctules a été découvert dans des arbres en Allemagne. Ce sont de préférence des cavités et fentes spacieuses dans des feuillus (hêtre, chêne et frêne, entre autres) qui sont occupées. Par exemple HEISE (1985b) a trouvé plusieurs gîtes de mise bas dans des trous de pic noir, mais aussi de pic épeiche, pic mar et pic vert. Dans la ville de Zurich, sur 125 cavités occupées par des noctules, 106 étaient des anciennes cavités de pic épeiche, et 2 de pic noir (BONTADINA *et al.*, 1991). Des recherches menées sur 20 ha de forêt sur plusieurs années dans la Philosophenwald à Giessen ont permis de se faire une idée sur l'occupation des cavités dans les arbres au cours de l'année (FRANK, 1997). Entre 9 et 15 % des cavités connues ont été utilisées comme gîte de mise bas, de transit ou d'accouplement. La palette des cavités occupées annuellement change : dans un laps de temps de deux ans et demi 23 % des cavités ont été occupées. Chaque année jusqu'à 900 noctules hibernent dans un hêtre de 140 ans (DIETZ & FRANK, 1994). Seize gîtes d'hiver ont pu être cartographiés depuis 1993 (Frank : rapport du projet 1996), dont 12 étaient occupés lors de l'hiver 1994/95 par environ 1 500 individus.

KRONWITTER (1988a) a trouvé chez cette espèce une tendance à préférer des gîtes en arbres feuillus plutôt qu'en résineux. Dans son aire d'étude au sud-est de Munich, dans la forêt d'Ebersberg, les noctules suivies par télémétrie occupaient régulièrement des anciennes cavités de pic noir. La noctule préfère des gîtes situés à une distance inférieure à 1-2 km de la lisière forestière, plutôt qu'au cœur des massifs. Pour une série de mâles étudiés on a défini un besoin d'environ 8 gîtes au km². Mais cette donnée n'est valable que pour la population estivale des mâles, qui changent de gîte tous les 2-3 jours. Nous insistons sur le fait que la plupart des gîtes se trouvent à proximité immédiate les uns des autres, ce qui semble être une des conditions nécessaires pour les accouplements (Weid, comm. pers). La plus grosse partie des noctules hibernent en cavités d'arbres. On découvre régulièrement des gîtes à l'occasion d'abattages en hiver, gîtes dans lesquels les noctules communes sont occasionnellement associées à d'autres espèces, par exemple des pipistrelles de Nathusius (GEBHARD, 1999b). On ne sait absolument pas combien de noctules meurent de froid dans les cavités d'arbres, mais des observations isolées laissent supposer que cela arrive régulièrement : on a ainsi découvert 7 noctules momifiées au pied d'un frêne dans le jardin de l'église St Louis à Munich, début mars 1996. Ce gîte d'hiver connu a ensuite été réutilisé par un pic épeiche.

Gîtes artificiels

La noctule commune fait partie des chiroptères qui aiment loger dans des nichoirs. On connaît des nichoirs servant

de gîte de mise bas autant que de gîte d'accouplement. Les observations et expériences les plus étendues ont été faites par Heise dans la région de Prenzlau (Uckermark, nord Brandebourg). D'après lui, les noctules préfèrent pour la mise bas des nichoirs plats du type FS1 d'un volume de 4-5 litres (25 x 30 - 40 x 5 cm) par rapport aux nichoirs d'un volume inférieur (HEISE & BLOHM, 1998). Les auteurs recommandent une ouverture de 50 x 25 mm pratiquée dans une fente d'entrée large de 15 mm. Les meilleurs succès sont obtenus lorsque l'on accroche le nichoir en lisière ou dans des endroits dégagés avec un espace d'envol libre, à une hauteur d'environ 4 m.

En d'autres lieux les noctules occupent divers types de nichoirs, qu'ils soient plats ou ronds.

En dehors des forêts ou des parcs, on trouve couramment des bâtiments occupés, tout particulièrement en hiver. Des gîtes d'un type nouveau sont apparus au cours des dernières décennies, comme par exemple derrière les bardages utilisés dans la construction des immeubles et qui jouent le rôle de fentes rocheuses artificielles. De tels gîtes sont souvent occupés par des colonies d'hibernation populeuses (Zahn *et al.*, en préparation; Kuhte, rapport écrit, 1996). La colonie d'environ 5000 animaux dans le viaduc de Levensau près de Kiel représente la plus grande colonie d'hibernation de ce type connue en Europe centrale (HARRJE, 1994).

Les nichoirs n'isolent pas du gel et ne sont pas adaptés comme gîte d'hivernage dans ces zones géographiques. Des informations récentes rapportent que des noctules en groupes importants sont mortes de froid dans des nichoirs dans lesquels elles avaient apparemment tenté d'hiberner. Les premières observations sur des nichoirs spécialement aménagés pour l'hivernage, qui réunissent des groupes de noctules, donnent les résultats suivants :

- janvier 1997: environ 40 noctules mortes sont retrouvées dans un nichoir en bois près de l'Isar au nord de Munich (Bautsch, comm. pers. 1997);
- 12 noctules mortes dans un nichoir en béton de bois dans la Hördter-Rheinaue (Fuhrmann, comm. pers. 1997);
- fin mars 1997: dans un nichoir spécialement aménagé pour l'hivernage dans un massif garni de nombreux nichoirs près d'Offenbach/Hesse on a trouvé 60 noctules mortes (renseignements de H. Schwarting 1997 à M. Fuhrmann, voir aussi KUGELSCHAFTER, 1997);
- 1.1.1997: des promeneurs ont découvert dans le jardin de la Cour de la ville de Landshut (Basse-Bavière) plus de cent noctules accrochées entre le tronc de l'arbre et le nichoir par des températures négatives. Peu de temps après 80 d'entre elles étaient mortes (Leitner, comm. pers. 1997).

Résultats obtenus dans le cadre du projet

La noctule commune est l'espèce qui a été la plus souvent observée après le murin de Daubenton, et avant la pipistrelle de Nathusius et la noctule de Leisler. Elle a été trouvée dans 17 forêts sur 24 (voir Tableau 31, chap. 3.5.5) et est présente dans toutes les forêts alluviales étudiées (voir Tableau 31, chap. 3.5.2). Par contre on n'a trouvé des gîtes de mise bas que dans deux forêts du nord.

Comme pour la pipistrelle de Nathusius, on a cherché une éventuelle fidélité aux sites de migration. En même temps des études sur la phénologie de cette espèce ont été menées en Allemagne. R. Weid s'est occupé de ce sous-projet. Les résultats sont réunis dans un rapport particulier (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). En Allemagne on observe la répartition suivante :

- des gîtes de mise bas mais de rares observations d'hibernation dans le nord-est (Mecklembourg-Pomméranie occidentale, parties du Brandebourg et Saxe);
- des gîtes de mise bas et des colonies d'hibernation en Basse-Saxe, Saxe-Anhalt, Schleswig-Holstein, et une partie de la Thuringe;
- des régions d'hibernation, avec des gîtes de mise bas irréguliers et rares (Hesse et Bavière);
- des régions sans gîtes de mise bas connus, mais avec des colonies d'hibernation (Rhénanie-Westphalie, Rhénanie-Palatinat, et le Bade-Wurtemberg) (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

Les travaux se sont concentrés sur le baguage et la recapture pour éclaircir la question du rôle de la forêt pour la noctule commune. Les Tableaux 11 et 13 donnent un aperçu sur la vingtaine de lieux de baguage (Fig. 3) et les cas où elles ont été retrouvées dans ces mêmes lieux entre décembre 1995 et décembre 1998. Pendant la durée du projet une série de bagues ont pu être retrouvées à grande distance, dont 25 sont listées dans le Tableau 12.

Depuis des années, et indépendamment de notre programme d'étude, des noctules ont été baguées en grand nombre dans le cadre d'autres activités de recherche: région de Müritzsee (H. Hackethal, W. Oldenburg), région de Dresde (A. Hochrein), Potsdam et alentours (C. Kuthe), la région de Beeskow (A. Schmidt), en Oberlausitz (G. Natuschke), près de Bonn (H. Roer), et la région d'Erlangen (O. v. Helversen, F. Mayer *et al.*).

Des recherches ont été menées depuis de nombreuses années grâce au baguage dans les régions de mise bas de la noctule dans le nord-est, donnant lieu à de nombreuses publications. Les régions concernées par le baguage dans le présent projet ne correspondent pas forcément à ces zones d'étude déjà fort connues à travers ces travaux, puisqu'elles ont été choisies dans le but spécifique d'étudier la migration. Excepté dans la Philosophenwald, il n'y avait pas de campagne de baguage à grande échelle

sur la noctule dans les régions choisies. Les recherches déclenchées par ce projet à propos des mouvements des espèces migratrices doivent être prolongées et laissent encore prévoir la récolte de données intéressantes dans certaines régions, par exemple en Schleswig-Holstein, Saxe et Westphalie du nord-Rhénanie.

Pour améliorer le taux de recapture, des nichoirs ont été aménagés en trois lieux (pont de Theisstal sur la A3 en Hesse, l'Elbe près de Dessau, et la retenue d'Ismaning au nord-est de Munich). Les nichoirs n'ont pas été maintenus après une phase d'essai à Dessau et à la retenue de Ismaning, mais celui du pont de Theisstal a été utilisé avec succès en 1996 et 97. Un total de 72 animaux a été bagué à cet endroit, plusieurs animaux ont été recapturés sur place et un des individus bagués a donné lieu à une reprise lointaine (voir Tableau 12).

Les routes de migration déduites à partir de reprises lointaines donnent une direction générale nord-est/sud-ouest. Cela a été confirmé par les nouvelles recaptures. De nombreuses découvertes sont décrites dans la littérature et déjà regroupées (p. ex. ROER, 1995). On peut trouver un récapitulatif et une description cartographique de toutes les reprises lointaines dans le rapport de l'Office fédéral pour la protection de la nature (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999).

Hormis ces données portant sur les déplacements à longue distance, la notion de fidélité aux sites saisonniers était un objectif de notre programme. La fidélité des femelles aux régions de mise bas était déjà connue suite aux études de HEISE (1985b, 1989). L'activité de marquage, renforcée au cours de ce projet en de nombreux endroits d'Allemagne qui ne comptent que parmi les régions de transit ou d'hivernage, a pu démontrer une bonne fidélité aux sites de la part des individus. Les recaptures sont listées pour quelques zones de baguage dans le Tableau 13. Même si la pression d'observation n'était pas égale pour toutes les régions, on dégage quand même une tendance commune : le nombre d'individus recapturés localement est proche de 20 %. Ce taux peut être considéré comme relativement élevé. Les régions de repos sont traditionnellement réinvesties. Les données issues d'une analyse détaillée confirment que des animaux sont retrouvés après deux ou trois ans parfois dans le même nichoir. Les taux de recapture les plus élevés se situent dans la phase de migration suivant le baguage, donc après 6 mois environ. Par exemple, sur 92 mâles bagués dans la Kaiserwald près de Lahr (aire d'étude n°23; Kretzschmar), 8 ont été retrouvés lors de la phase de migration suivante, 3 l'année suivante, 4 après un an et demi, 1 après deux ans, et 2 après trois ans. Le volume de données n'est pas encore suffisant pour tirer des conclusions sur les différences de comportement migratoire entre mâles et femelles (p. ex. vitesse de migration).

Les forêts alluviales, en particulier le long des grands et moyens cours d'eau d'Allemagne, jouent un rôle impor-

tant comme lieu de repos pour les noctules pendant les semaines à forte dynamique de migration, tout particulièrement en avril/mai et août/septembre.

D'autres animaux isolés ont été retrouvés :

- une femelle baguée dans un nichoir le 16.9.1996 à la gare de l'ouest de Munich a été retrouvée morte le 5.12.1996 au même endroit ;
- une femelle, baguée à la sortie d'une cavité d'arbre le 3.5.1997 dans le jardin anglais à Munich, a été retrouvée à quelques centaines de mètres de là lors de l'abatage d'un arbre avec 23 autres noctules le 22.10.1997 ;
- un mâle bagué le 3.5.1997 dans le jardin anglais à Munich a été retrouvé mort dans un immeuble de bureaux le 10.5.1997 à quelques centaines de mètres de là ;
- le 11.11.1997, un mâle, sur 38 bagués, a été recapturé près du Rhin dans le Oppenheimer Wäldchen (Rhénanie-Palatinat).

Territoires de chasse et gîtes lors des migrations

Des études de télémétrie ont été menées dans le jardin anglais à Munich et 10 km plus au nord à Ismaning pendant deux semaines, à l'époque des migrations en septembre/octobre 1997, pour connaître la fréquentation des gîtes et des habitats. Ainsi des femelles ont été capturées dans la cavité d'un frêne situé dans un petit parc à 4-5 km à vol d'oiseau de la retenue d'Ismaning, bassin de décantation de la ville de Munich qui fait environ 11 km de longueur. Depuis 1994 il y a à l'embouchure du canal d'alimentation du bassin un point permanent d'observation pour le comptage des mouvements de migration des noctules en Bavière (Voir aussi Weid in MESCHÉDE *et al.*, 2002). Tous les animaux munis d'émetteurs se comportent en gros de la même manière : dès l'émergence, ils se rendent directement à la retenue, pour y chasser pendant une heure environ. Ensuite ils retournent à leur gîte, ou un gîte voisin à Ismaning. Toute une série de gîtes en arbres ou bâtiments y sont connus, qui abritent plus de 500 individus en hiver (données fondées sur comptages ; Roberto Hardtkopf, comm. pers.). Quelques rares noctules gîtent dans ces bâtiments en été. Dans l'étude de radio-pistage de 1997 une femelle équipée n'allait pas jusqu'à l'étang, mais chassait sur les champs de maïs fraîchement récoltés situés entre le gîte et l'étang. Une femelle munie d'un émetteur et relâchée d'un gîte en bâtiment dans le jardin anglais à Munich a échappé après quelques heures au contact télémétrique. Mais une semaine plus tard elle a été retrouvée sur la retenue d'Ismaning distante de 12 km. Elle se rendait après la chasse dans son gîte situé dans les arbres d'Ismaning. Cette découverte démontre nettement la connexion transrégionale des gîtes et espaces pour les noctules. On peut s'attendre à un échange permanent entre des gîtes, même sur de plus grandes

Tableau 11 : Baguage de noctules communes dans le cadre du projet de 1996 à 1998.
 GR = gîte de reproduction ; GH = gîte d'hibernation ; GI = gîte intermédiaire.

Lieu/dénomination/année (voir Fig. 3) aire d'étude (voir Fig. 1)	Type de territoire	Opérateur	Mâles	Femelles	Total	Observations
1 Région de Plön (SH) 1997/98	GR	H. & J. Dieterich C. & A. Harrje	234	611	845	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
2 Forêts de Ventschow et forêts en région de Schwerin (MV) 1996/97 aire d'étude n°1	GR	S. Labes <i>et al.</i>	117	339	456	Baguage dans le cadre d'autres projets depuis des années ; la poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
3 Große Heide et région de Prenzlau (BB) 1996/97	GR	T. Blohm G. Heise	763	1146	1909	Baguage dans le cadre d'autres projets depuis des années ; la poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
4 Tourbière de Chein (ST) 1997 aire d'étude n°5	GI, GR	B. & L. Ohlendorf	25	17	44	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
5 Plaines de l'Elbe près Dessau (ST) 1996 aire d'étude n°8	GI	S. Hahn U. Heise	3	2	5	Attrait à l'aide d'une boîte d'appel
6 Réserve à biosphère Spreewald (BB) 1997 aire d'étude n°9	GR	W. Schorcht	19	43	62	
7 Oberlausitz, Dresden (SN) 1997	GI, GR, GH	A. Hochrein <i>et al.</i>	435	503	938	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
8 Streitwald près Borna au sud de Leipzig (SN) 1996/97 aire d'étude n°10	GI	F. Meisel A. Woiton	32	18	50	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
9 Région de Hanovre (NI) 1997/98 aire d'étude n°4	GR, GH, GI	E. Mühlbach	22	25	47	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
10 Région d'Osnabrück et nord de Basse-Saxe (NI) 1996/97	GR, GH, GI	C. Dense	17	5	22	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
11 Holzwickedede (NW) 1996/97	GH, GI	R. Wohlgemuth I. Devrient	100	120	220	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
12 Philosophenwald Gießen (HE) 1996/97 aire d'étude n°11	GR, GH, GI	R. Frank	287	177	464	Baguage dans le cadre d'autres projets depuis les années 90
13 Viaduc du Theiſtal de l'A3 près Niedernhausen (HE) 1996/97 aire d'étude n°13	GH, GI	O. Godmann	34	38	72	Attrait à l'aide d'une boîte d'appel
14 Forêt de Lenneberg près Mayence et Oppenheimer Wäldchen (RP) 1996-98 aire d'étude n°15	GI	A. Kiefer	43	46	89	Reprise à longue distance (voir Tab. 12)

Lieu/dénomination/année (voir Fig. 3) aire d'étude (voir Fig. 1)	Type de territoire	Opérateur	Mâles	Femelles	Total	Observations
15 Région de Würzburg (BY) 1996 aire d'étude n° 19	GH, GI	G. Kerth	40	31	71	
16 Plaines rhénanes près de Lampertheim (HE) 1996-98	GI	D. Bernd G. Eppler	2	3	5	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
17 Plaine rhénane de Hördt (RP) 1996-98 aire d'étude n° 15	GI	M. Fuhrmann C. Schreiber J. Tauchert A. Kiefer	24	56	80	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
18 Plaines rhénanes du nord badois (BW) 1996/97 aire d'étude n° 16	GH, GI	A. Arnold	27	35	62	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
19 Kaiserswald, plaines rhénanes du sud badois et région Fribourg en Brisgau (BW) 1996/97 aire d'étude n° 23	GH, GI	F. Kretzschmar	199	200	399	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
20 Munich et région (BY) 1996-98	GH	A. Meschede G. Schlapp J. Sachtelben	103	191	294	De nombreux animaux dans des gîtes en bâtiments
21 Plaines de l'Isar env. 20 km au nord de Munich (BY) 1996-98 aire d'étude n° 27	GH, GI	A. Bautsch	118	227	345	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
22 Bavière du sud, région Altötting, Waldkraiburg (BY) 1996-98	GH	D. Friemel A. Zahn	29	3	32	La poursuite des baguages est prévue au-delà du projet
total			2677	3830	6507	

Tableau 12 : Reprises à longue distance de noctules communes lors du projet

Sexe âge N° bague	Date de bague	Lieu de baguage	Opérateur	Date de redécouverte	Lieu de redécouverte auteur	Conditions de redécouverte	distance durée direction
♀ E 403 035	10.8.94	Hanovre (NI)	E. Mühlbach	29.7.96	Wusterhausen/ Ostpregnitz- Ruppin (BB)	Pas de données	187 km 1 an 11 mois 19 jours ↗ENE
♂ juvénile E 404 184	3.8.95	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	12.10.96	Oberursel (HE)	Pas de données	env. 40 km 1 an 2 mois 8 jours ↖SSO

Sexe âge N° bague	Date de bague	Lieu de bague	Opérateur	Date de redécouverte	Lieu de redécouverte auteur	Conditions de redécouverte	distance durée direction
♀ adulte E 404 313	18.8.95	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	17.10.97	Oppenheim (RP) A. Kiefer	Découverte en nicher	82 km 2 ans 2 mois ↗SSO
♂ E 404 316	18.8.95	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	16.9.95 11.5.96	Klein-Auheim/ Hanau (HE) H. Schwarting ¹ 08°55'E 50°06'N	Découverte en nicher	70 km 29 jours ↘SSE
♀ E 404 823	16.11.95	Wachtberg (Villiprott) près Bonn (NW)	H. Roer	1.6.96 13.5.98	Ventschow, Flessenow (MV) Labes 11°34'E 53°47'N	Pas de données	469 km 6 mois 16 jours ↗NE
♀ E 403 666	21.4.96	Höchberg près Würzburg (BY)	G. Kerth	Début mai 1996	Mengersgereuth- Hämmern/Lkr. Sonneberg (TH)	Pas de données	110 km env. 14 jours ↗NE
♀ adulte A 02767	14.5.96	Ventschow (MV) 11°34'E 53°47'N	R. Labes	20.10.96	Meudt (nord de Coblence, RP) G. Fahl 07°54'E 50°30'N	Pas de données	443 km 5 mois 6 jours ↗SO
♀ adulte A 02780	18.5.96	Ventschow (MV) 11°34'E 53°47'N	R. Labes	28.11.97	Au sud de Venlo (NW) E. Holthausen 06°12'E 51°20'N	Pas de données	454 km 1 an 6 mois 10 jours ↗SO
♀ A 00984	1.6.96	Ventschow (MV) 11°34'E 53°47'N	R. Labes	2.4.99	Holzwickede (NW) R. Wohlgemuth	Découverte vivante en nicher	340 km 2 ans 10 mois 1 jour ↗SO
♂ juvénile A 08696	7.8.96	Waren-Ecktannen (MV) 12°41'E 53°29'N	W. Oldenburg	14.9.96	Klein-Auheim/ Hanau (HE) H. Schwarting ¹ 08°55'E 50°06'N	Pas de données	457 km 38 jours ↗SO
♀ adulte A 03572	13.8.96	Schwerin (MV) 11°25'E 53°38'N	R. Labes	8.5.98	Rixdorfer Tannen près Plön (SH) H. & J. Dieterich 10°25'E 54°12'N	Découverte vivante en nicher	91 km 1 an 8 mois 25 jours ↖NO
♀ juvénile E 405 059	21.8.96	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	26.9.97	Klein-Auheim/ Hanau (HE) H. Schwarting ¹ 08°55'E 50°06'N	Découverte en nicher	70 km 1 an 1 mois 5 jours ↘SSE
♀ E405 072	21.8.96	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	28.7.97	Große-Heide au sud-ouest, Prenzlau (BB) T. Blohm 13°27'E 53°11'N	Découverte en nicher	453 km 11 mois 7 jours ↗NE
♀ juvénile E 405 076	21.8.96	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	7.9-5.10.96 (5x)	Klein-Auheim/ Hanau (HE) H. Schwarting ¹ 08°55'E 50°06'N	Découverte en nicher	70 km 17 jours ↘SSE

¹ Ref. : SCHWARTING (1998)

Sexe âge N° bague	Date de bague	Lieu de baguage	Opérateur	Date de redécouverte	Lieu de redécouverte auteur	Conditions de redécouverte	distance durée direction
♂ juvénile E405 103	21.8.96	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	13.1.97	Arabella-Hotel Frankfurt (HE) J. Altmann ¹	Découverte en bâtiment	70 km 4 mois 23 jours ↘S
♀ E 404 914	1.9.96	Unna/Bahnwald (NW)	R. Wohlgemuth	2.8.98	Esperke au sud de Schwarmstedt (NI) E. Mühlbach	Schwegler-2 FN	189 km 1 an 11 mois 1 jour ↗NE
♂ juvénile E 405 039	4.9.96	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	7.9 - 19.4.97 (8x) 5.7- 22.9.97 (4x)	Klein-Auheim/ Hanau (HE) H. Schwarting ¹ 08°55'E 50°06'N	Découverte en nichoir	70 km 3 jours ↘SE
♀ E 405 422	4.12.96	Wachtberg (Villiprott) près Bonn (NW)	H. Roer	1.5.98	Dortmund- Huckrade (NW) R. Wohlgemuth	Morte ; découverte proche de la forêt de Rahm	105 km 1 an 4 mois 26 jours ↗NNE
♂ E 406 530	9.2.97	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	16.9.97 26.9.98	Forêt communale 5 km N Havelberg (ST) B. Ohlendorf E. Leuthold 12°08'E 52°52'N	Pas de données	343,5 km 7 mois 7 jours ↗NE
♀ E 406 026	10.2.97	Frankfurt-Niederrad (HE)	D. Kock	15.10.97	Oberursel (HE)	Pas de données	env. 15 km 8 mois 5 jours ↖NO
♀ E 408 471	14.4.97 et 4.5.97	Kaiserswald près Lahr/sud badois (BW)	F. Kretzschmar	18.5.97	Tambach-Dietharz (TH) M. Biedermann	Pas de données	344 km 14 jours ↗NE
♀ adulte A 13574	11.5.97	Guttau (SN) 14°35'E 51°15'N	A. Hochrein	10.5- 12.7.98 (3 x)	Forêt communale 5 km N Havelberg (ST) E. Leuthold 12°10'E 52°52'N	Pas de données	244 km 11 mois 29 jours ↖NO
♂ E 408 760	12.5.97	Plaines de l'Isar 20 km au nord de Munich (BY)	A. Bautsch	11.1.98	Kippenheim/sud badois (BW) F. Kretzschmar	Découverte vivante en nichoir	env. 300 km 8 mois ↘O
♀ E 406 327	27.5.97	Erlangen (BY)	F. Mayer	23.10.97	Plaines de l'Isar 20 km nord Munich (BY) A. Bautsch	Découverte vivante en nichoir	180 km 4 mois 26 jours ↘SSE
♀ juvénile E 405 285	6.8.97	Philosophenwald Gießen (HE) 08°41'E 50°38'N	R. Frank	7.9.97	Eglise près Frauenfeld/Kanton Thurgau (CH)	Pas de données	env. 330 km 1 mois 1 jour ↘S
♂ E 408 400	15.8.97	Viaduc de Theißtal (A3) près Niedernhausen (HE)	A. Kiefer	6.9.97	Oberursel (HE)	Pas de données	env. 15 km 22 jours ↗NE
♂ juvénile A 14710	16.8.97	Leinefelde/ Breitenholz (TH) 10°21'E 51°23'N	M. Heddergott	3.9.98	Kolbitz (ST) K.H. Pilop 14°24'E 51°21'N	Pas de données	281 km 1 an 18 jours ↗NE

Sexe âge N° bague	Date de bague	Lieu de baguage	Opérateur	Date de redécouverte	Lieu de redécouverte auteur	Conditions de redécouverte	distance durée direction
♀ E 405 543	24.8.97	Unna/Bahnwald (NW) 07°38'E 51°30'N	R. Wohlgemuth	24.7.98	Forêt communale 5 km N Havelberg (ST) E. Leuthold 12°08'E 52°52'N	Pas de données	342 km 11 mois ↗NEE
♀ E 405 564	20.9.97	Schwerte (NW) 07°35'E 51°25'N	R. Wohlgemuth	22.8.98	Forêt communale 5 km N Havelberg (ST) E. Leuthold 12°08'E 52°52'N	Pas de données	350 km 11 mois 2 jours ↗NEE
♂ adulte E 408 591	4.3.99	Munich-Oberföhring (BY) (gîte d'hibernation en bâtiment)	A. Meschede	2.10.99	10 km SSO Beeskow (BB) A. Schmidt	Nichoir à chauves-souris	env. 460 km 6 mois 29 jours ↗NNE

Tableau 13 : Reprises de noctules communes au lieu du marquage lors des phases de migration.
Les reprises multiples dans une même phase de migration n'ont pas été comptabilisées.

Aire d'étude Opérateur	Nombre d'animaux marqués Année de marquage	Recaptures (total) n %	Recaptures (♂) n %	Recaptures (♀) n %
Streitwald/Borna au sud de Leipzig (SN) aire d'étude n°10 F. Meisel/A. Woiton	50 (32 ♂, 18 ♀) 1996-1998	7 14	6 18	1 5
Plaines rhénanes du nord badois (BW) aire d'étude n°16 A. Arnold	64 (27 ♂, 37 ♀) 1997-1998	14 21,9	5 18,5	9 24,3
Kaiserswald près Lahr (BW) aire d'étude n°25 F. Kretzschmar	173 (92 ♂, 81 ♀) 1996-1997	34 19,6	26 28,3	8 9,8
Plaines de l'Isar au nord de Munich (BY) aire d'étude n°27 A. Bautsch <i>et al.</i>	345 (118 ♂, 227 ♀) 1996-printemps 1999	58 16,8	26 22	32 14,1
Lennebergwald près de Mayence (RP) aire d'étude n°15 A. Kiefer	51 (28 ♂, 23 ♀) 1996-1998	12 23,5	8 28,6	4 17,4
Plaines rhénanes de Hördt (RP) aire d'étude n°15 M. Fuhrmann/A. Kiefer	80 (24 ♂, 56 ♀) 1996-1998	15 18,8	3 12,5	12 21,4

distances. Ceci met en évidence l'importance de vastes forêts alluviales reliées entre elles pour les phases de migration des noctules.

L'importance du milieu forestier pour la noctule commune

La facilité d'observation, les études à long terme et les nombreux résultats obtenus sur les exigences écologiques de la noctule nous permettent de classer cette espèce parmi les chiroptères arboricoles types. Cela concerne surtout les principaux gîtes

naturels d'été et d'hiver. La forêt dense n'a qu'une place secondaire comme territoire de chasse, à part l'activité de chasse intense au-dessus des houppiers des parcelles forestières. Les principaux territoires de chasse sont des vastes espaces ouverts avec leur forte production de proies, et surtout de grands plans d'eau.

La forêt fournit donc tout au long de l'année une importante ressource en gîtes surtout là où il n'y a pas de fentes rocheuses comme gîte d'hibernation potentiel. Il faut être plutôt prudent dans l'interpré-

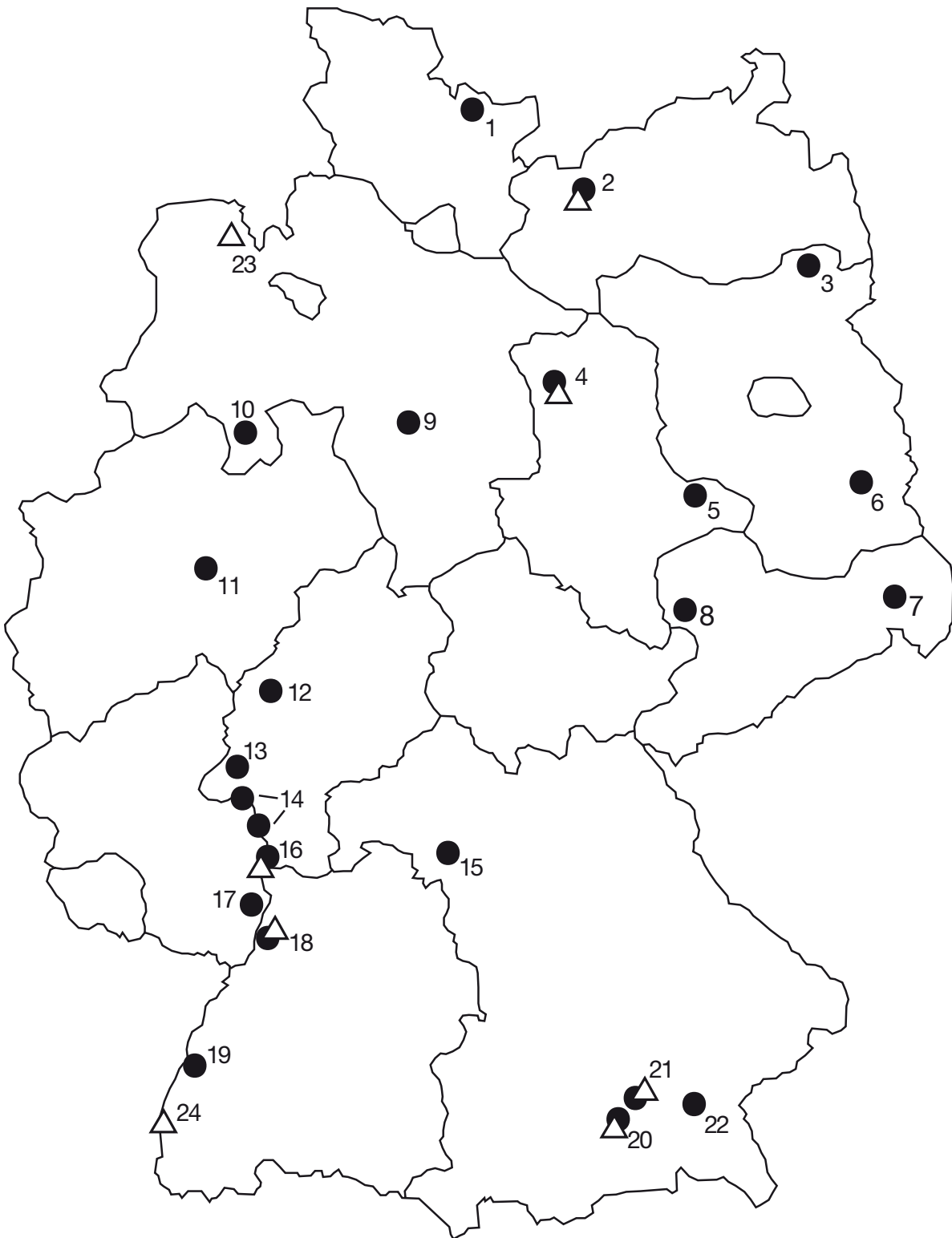


Fig. 3 : Lieux de baguage de la noctule commune ● et de la pipistrelle de Nathusius Δ (1996-1998).

tation des découvertes récentes de colonies dans des bâtiments. Une possible spécialisation sur de tels gîtes pourrait s'avérer être un piège : il semble douteux que les espaces derrière des bardages d'immeubles (surtout des blocs de plusieurs étages) soient suffisamment isolés contre le gel (voir aussi Weid *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

Il est d'une importance particulière pour la noctule de maintenir suffisamment de gîtes sous forme de vieux arbres à cavités et de promouvoir leur augmentation en nombre en forêt, surtout à proximité des lisières. L'attitude sociale marquée de cette espèce exige qu'il existe une concentration d'arbres-gîtes sur un espace réduit, nécessaires pour les activités liées à la reproduction. La création de parcelles d'environ 1 ha riches en arbres creux pourrait être une mesure adaptée à cette espèce très mobile. L'activité de vol n'étant pas observable, on ne sait pas encore si la noctule migre isolée ou en groupe. On ne rencontre des noctules au repos ou en hibernation qu'en groupes importants en plaines, et souvent près de grands cours d'eau. Sans être formel, il semble plausible, au regard du type de vol de cette espèce, qu'elle choisisse la distance la plus courte en ligne directe au-dessus des moyennes montagnes pour relier deux points. Les gîtes ne sont recherchés qu'à proximité des cours d'eau. Ici se trouvent les ressources importantes en gîtes (forêts alluviales) et en alimentation (bras fluviaux et rivières, éventuellement gravières) à des distances favorables. Le maintien de ces forêts en cordon le long des fleuves ainsi que le maintien et la création de leur richesse en arbres à cavité est prioritaire.

3.1.7. La noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri* [Kuhl, 1817])

Indications générales

On classe la noctule de Leisler parmi les espèces à migration saisonnière à longue distance. Elle partage ce caractère avec les deux autres noctules, la grande et la commune, ainsi qu'avec le minioptère de Schreibers et la pipistrelle de Nathusius. A la différence des autres espèces, il n'est pas possible dans l'état actuel des connaissances de séparer nettement les régions de reproduction des régions d'hivernage.

La limite nord de son aire de distribution passe à travers le nord de l'Allemagne ; il y a des gîtes de reproduction en Brandebourg, Saxe-Anhalt, en passant par la Thuringe, la Rhénanie, la Westphalie du Nord, la Hesse et jusqu'à la Bavière, le Bade-Wurtemberg et la Sarre (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Il faudrait d'autres recherches

pour obtenir une représentation claire de la distribution de cette espèce.

Les gîtes de reproduction peuvent compter plus de 70 animaux. On les découvre souvent dans des nichoirs et occasionnellement dans des fentes dans des bâtiments ou dans des charpentes. Les gîtes naturels se trouvent dans des cavités ou des fentes d'arbres. Des découvertes de gîtes d'hibernation sont rares, mais arrivent occasionnellement aux mains d'experts lors d'abattages d'arbres, dans des nichoirs ou des découvertes d'animaux morts dans des combles. Des données de baguage prouvent des liaisons par exemple entre la Hesse et la Basse-Autriche (ROER, 1989), le Brandebourg et la France (SCHMIDT, 1995), la Saxe-Anhalt et le Bade-Wurtemberg (OHLENDORF, 1996), la Thuringe du sud et le canton suisse de Schwyz (SCHORCHT, 1998), ainsi que la Thuringe du sud et le midi de la France (NERI & AULAGNIER, 1996 ; SCHORCHT, 1998). La noctule de Leisler de l'Europe centrale parcourt des distances allant d'au moins 400 et jusqu'à 1100 km deux fois par an. Cette migration est bien moins visible pour l'observateur que celle de la noctule commune et on connaît nettement moins ses dynamiques saisonnières. L'espèce est peut-être localement plus abondante que ce que l'on pensait jusqu'alors. Il est possible, pour un non-spécialiste, de la confondre avec de très petits individus de la noctule commune et que la noctule de Leisler n'ait pas été reconnue ci et là pour cette raison. L'hypothèse est défendue selon laquelle cette espèce connaîtrait ces dernières années une extension de son aire de répartition (VIERHAUS, 1997). Des informations sur des découvertes dans le nord de l'Europe centrale se multiplient (GLAS & VOUTE, 1992 ; HIEBSCH & HEIDECHE, 1987 ; LABES, 1989b ; POMMERANZ, 1995).

Seules 275 noctules de Leisler ont été baguées dans les länder de l'Allemagne de l'ouest entre 1950 et 1998, représentant moins de 0,5% de toutes les données répertoriées par le centre de baguage de Bonn. Tous les baguages ont été effectués en semestre estival en nichoir ou dans « d'autres circonstances » (p. ex. découvertes occasionnelles ; voir aussi Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Dans les länder de l'est, 851 noctules de Leisler ont été baguées durant la même période (1960-1995 ; ZÖPHEL, 1998). Ces nombres relativement réduits indiquent une faible densité de noctules de Leisler, ou au moins une plus grande difficulté à découvrir cette espèce en Allemagne.

L'écologie de la noctule de Leisler n'a été étudiée que rarement d'une façon dirigée et intense, en particulier à cause de la difficulté d'accès à l'espèce (voir plus loin). Les données dans la littérature sur les préférences d'habitat de chasse et de gîte proviennent de découvertes occasionnelles dans des nichoirs ou des observations par détecteur d'ultrasons. La noctule de Leisler est classée parmi les chiroptères forestiers (SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998), et on décrit son habitat comme

« zone riche en eaux et forêts imbriquées avec des espaces ouverts ».

Les observations en Thuringe de l'écologie des populations entre 1989 et 1997, élargies dans le cadre de ce projet par des interrogations spécifiques sur l'exploitation de l'habitat, ont permis d'éclairer au moins régionalement les exigences environnementales de cette espèce (SCHORCHT, 1998; Schorcht *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002, voir plus loin).

Le Tableau 14 donne les citations qui indiquent la présence de la noctule de Leisler en Allemagne.

Les 40 membres d'un groupe de noctules de Leisler ont été marqués dans la vallée de la Werra dans le sud de la Thuringe pour une étude pluriannuelle. Les résultats démontrent que la population est divisée en plusieurs unités sociales, entre autres des femelles sans petits et des femelles avec petits. La composition des gîtes change presque tous les jours. On peut en déduire qu'un individu change plusieurs fois de gîte au cours du printemps et de l'été. Un mâle adulte a, par exemple, visité 6 gîtes proches différents. Entre avril et octobre 1996, au moins 43 nichoirs ont été utilisés par la population de noctules de Leisler. Les nichoirs sont posés dans un grand massif (aire d'étude n°12) sur une surface d'environ 300 ha de forêts à dominante résineuse. Il faut y ajouter les 7 gîtes naturels découverts par télémétrie dans le cadre du projet. L'utilisation des gîtes était d'une intensité variable. Alors que certains nichoirs étaient occupés presque toute la saison, d'autres ne l'étaient que rarement. Les nichoirs occupés plus de 5 fois étaient sans exception de type « Worliczek », ou des vastes nichoirs plats. Le nombre des nichoirs occupés était le plus important en août. Cinq groupes sociaux différents existaient à cette époque, et le besoin en gîtes était alors très important.

Les comportements de rut ont été décrits par plusieurs auteurs (p. ex. V. HELVERSEN & V. HELVERSEN, 1994; SCHMIDT, 1995; OHLENDORF, 1983a). Les exigences en gîtes et habitats de rut et d'accouplement ont été précisées par une étude bisannuelle en Saxe-Anhalt (OHLENDORF & OHLENDORF, 1998). On en déduit que les mâles choisissent de préférence des sommets de collines ou montagnes bien exposés pour établir leur territoire. D'après OHLENDORF & OHLENDORF (1998) ces territoires d'accouplement sont caractérisés par :

- une situation au-dessus des zones à brumes des vallées le long des lisières forestières et clairières produites par des petites coupes rases, ruptures de pente, zones desséchées, larges laies forestières, etc.;
- une zone d'envol dégagée pour une liberté des mouvements autour des gîtes (p. ex. vieille futaie fermée sans sous-étage);
- une situation opportune le long des routes de migration d'automne pour trouver des conditions optimales pour attirer les femelles et chasser les mâles concurrents.

Les mâles en rut volent dans un rayon d'environ 300 m à 4-10 m de hauteur autour des gîtes d'accouplement, et patrouillent en passant par des points marquants du territoire tels les lisières, laies et clairières forestières.

Des cavités d'arbres et des nichoirs peuvent être choisis comme gîtes d'accouplement, dans lesquels les mâles attirent leur harem.

Écologie trophique et comportement de chasse

Il n'y a pas eu d'étude par radio-pistage de cette espèce en Europe centrale avant ce projet. ARNOLD (1999) a étudié une femelle dans les plaines rhénanes du nord badois au moment même du projet. Au départ, cette femelle ne s'éloignait pas à plus de 4 km de son gîte pour la chasse. Les territoires de chasse se situaient le long du Rhin et de ses bras morts. Elle y chassait au-dessus des plans d'eau dégagés et probablement aussi dans les forêts alluviales. C'est seulement quelques jours plus tard qu'elle a été observée jusqu'à 8 km de son gîte.

Les études les plus intensives de l'écologie alimentaire de la noctule de Leisler ont été menées ces dernières années en Irlande, où d'après les connaissances actuelles, cette espèce a son centre de répartition (p. ex. MCANEY & FAIRLEY, 1990).

Des analyses d'échantillons de guano ont été menées dans les plaines rhénanes du nord badois (ARNOLD, 1999), dans un massif feuillu près d'Oberursel, dans un massif à pins près de Breeskow et dans un massif dominé par des épicéas près de Wasungen (SHIEL *et al.*, 1998). En dehors de l'Allemagne, des études sur l'écologie trophique ont été menées sur cette espèce en Suisse (BECK, 1995), en Irlande (SHIEL *et al.*, 1998; SULLIVAN *et al.*, 1993) et en Angleterre (SHIEL *et al.*, 1998; WATERS *et al.*, 1995). Les résultats reflètent les paysages correspondants et la chasse opportuniste de la noctule de Leisler. Dans les échantillons irlandais et anglais on a trouvé, en accord avec le paysage, des insectes de prairie tels que scarabées et chironomes. Parmi les proies thuringiennes se trouvent les ichneumons purement forestiers, et les papillons ou coléoptères y sont rares. A Oberursel et Beeskow par contre, les papillons fournissent le gros des proies. ARNOLD (1999) suppose qu'il existe chez les animaux des plaines rhénanes du nord badois des stratégies ou des préférences saisonnières variables. Ici les papillons constituent temporairement le gros des proies. Ce résultat ne doit pas forcément être expliqué que par une chasse sélective, mais aussi par la préférence de la chasse autour des lampadaires, qui attirent surtout des papillons de nuit. Différents auteurs s'accordent à penser que la noctule de Leisler exploite d'une façon opportuniste des nuages d'insectes (ARNOLD, 1999; BECK, 1995; SHIEL *et al.*, 1998). Il semble évident que la noctule de Leisler s'adapte aux différentes qualités de nourriture proposée par l'environnement. D'après les calculs de WATERS *et al.*

Tableau 14 : Observations de la noctule de Leisler dans les forêts et peuplements d'arbres en Allemagne (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction.

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	BRAUN, M. & U. HÄUSSLER (1993) <i>Carolinea</i> 51 : 101-106.	<ul style="list-style-type: none"> • 23.3.92 : 1 animal isolé • probablement région d'accouplement (cris sociaux de 4 individus territoriaux) <p>Observations en <i>cavités d'arbres</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jardin du château de Schwetzingen • Réserve naturelle Heselwasen 	<ul style="list-style-type: none"> • Patchwork forestier, biotope avec des peuplements de vieux bois • Tourbière forestière dans le nord de la Forêt-Noire
Bade-Wurtemberg	NAGEL, A. & R. NAGEL (1993) Ansiedlung von Fledermäusen mit Fledermauskasten. <i>Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.</i> 75 : 113-131.	<p>Contrôle août 1988-92 : animaux isolés seulement, exception faite de 1992 : 7 ind., car contrôle en sept. seulement (immigration accrue en sept.)</p> <p><i>En nichoirs Strobel</i></p>	Weil der Stadt	Vieille forêt mélangée résineuse claire (hêtre-chêne-sapin avec épicéa et pin), sous-étage fourni
Brandebourg	SCHMIDT, A. (1989) <i>Nyctalus</i> 2(6) : 529-537.	<p>GR, probablement colonisé entre 1984 et 1987</p> <p><i>Nichoir</i></p>	Kreis Beeskow	Pinède
Brandebourg	SCHMIDT, A. (1995) : <i>Nyctalus</i> 5 : 487.	<p>4.8.93 : gîte intermédiaire de 12 animaux (9 ad. et 3 ♀ juv.) en <i>nichoir</i>-FS 1</p>	Massif à nichoirs Dollin, 8 km NE Beeskow	Futaie de pin (env. 55 ans). Sous-étage : canche, myrtille, fougère aigle
Hesse	KALLASCH, C. & LEHNERT, M. (1994b) Kleiner Abendsegler. <i>In</i> : Die Fledermäuse Hessens : 56-57.	<ul style="list-style-type: none"> • 4 GR depuis 1990 avec 15-25 ind. • 10.8.89 : groupe d'accouplement avec 1 ♂ et 6 ♀ <p>Gîtes en <i>cavité d'arbres (chêne), nichoirs, fentes en bâtiment</i> et entre <i>poutres</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Forêt communale Oberursel, Stierstadt • Lahnberge, Marburg • Philosophenwald, Gießen • Près Bracht, canton. Marburg-Biedenkopf 	<p>Forêt mélangée riche en feuillus</p> <p>20 ha de forêt mélangée feuillue riche en vieux bois</p>
Hesse	SCHWARTING, H. (1994a) Erfahrungen mit Fledermauskästen in einer hessischen Region. <i>In</i> : Die Fledermäuse Hessens : 159-166.	<p><i>Découvertes en nichoirs</i> de < 9 ind. en mai, août et novembre</p>	Vieux parc à faisans, Hanau - Klein Auheim	Pins dominants
Hesse	JANSEN, E. A. (1993) <i>Nyctalus</i> 6 : 587-620.	<ul style="list-style-type: none"> • 25.6.92 : 12 animaux • 12.7.92 : 14 animaux • 11.8.92 : 42 animaux <p><i>Cavités d'arbres</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wolfsanger • Eichwald • Dönche 	Vieille forêt feuillue, gîtes dans des chênes de 80-120 ans ; réserve naturelle humide/sèche riche en espèces
Mecklenbourg-Poméranie occidentale	POMMERANZ, H. (1995) <i>Nyctalus</i> 5 (6) : 590-592.	<p>27.8.94 : groupes d'accouplement de 11 ind. en <i>nichoirs Stratmann</i> -FS 1</p>	Landes de Rostock	Vastes peuplements d'aulnes, chênes et bouleaux. Pinèdes sur dunes, hêtraie sur sables proches de marnes ; parcelles à vieux bois avec de nombreux arbres à cavités

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Basse-Saxe	BENK, A. & R. BERNDT (1981) Der Kleinabendsegler in der Bickelsteiner Heide (Niedersachsen). <i>Braunschw. Naturk. Schr.</i> 1(2): 177-182.	5.8.80 : 19 ind. 15.8.80 : 24 ind. <i>Nichoirs-Schwegler</i>	Landes de Bickelstein, canton de Gifhorn, env. 15 km nord de Wolfsburg	Pinède presque pure à lichen, nichoirs Schwegler dans un peuplement central
Basse-Saxe	HECKENROTH, H., POTT, B. & S. WIELERT (1988) Zur Verbreitung der Fledermäuse in Niedersachsen. <i>Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.</i> 17: 5-32.	Gîtes d'été avec 70 ind. en <i>nichoir béton-bois</i> (GR?)	Hanovre	Pas de données
Nord-Rhénanie-Westphalie	ROER, H. (1993) <i>Decheniana</i> 146, D. 138-183.	<ul style="list-style-type: none"> • depuis 1978: GR, max. population 1986 avec 26 ind. • depuis 1977: GR (nombre des individus inconnu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Région Bonn • Bitburg 	<ul style="list-style-type: none"> • Région à pin et feuillus • Région à résineux et feuillus
Nord-Rhénanie-Westphalie	SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & VIERHAUS, H. (1984) Die Säugetiere Westfalens. <i>Abhandl. a.d. Westf. Museum für Naturkunde</i> 46. Jhg., 4: 80-143.	<ul style="list-style-type: none"> • 6.9.83: 7 ind. • 11.9.84: 3 animaux isolés <i>Nichoirs Schwegler</i>	Montagnes de Stemned	Crête avec vieille hêtraie (haute futaie surtout feuillue)
Rhénanie-Palatinat	FUHRMANN, M. (1992) Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz. Schwerpunktprogramm 1.1: Fledermausarten der Rheinauen.	15.8.91 : 20 ind. dans 5 <i>nichoirs</i>	Réserve naturelle plaines rhénanes de Hördt	Forêts alluviales rhénanes riches en feuillus ; forêts alluviales à bois dur
Rhénanie-Palatinat	WISSING, H. & H. KÖNIG (1994) Ergebnisse der Fledermauserfassung in Nistkästren und Winterquartieren der Pfalz – Sommer 1993 und Winter 1993/94. <i>Fauna Flora Rheinland Pfalz</i> 7(3) : 719-732.	25.7.93 : GR avec 15 ind. en <i>nichoirs</i>	Harthausen, canton Ludwigshafen	Pas de données

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Rhénanie-Palatinat	KÖNIG, H. & W. KÖNIG (1995) <i>Nyctalus</i> 5 (6): 529-544.	Total dans l'aire d'étude 1992-94: 250 animaux Etude dans un <i>massif spécifique à nichoirs</i> : au moins 2 GR avec 5-10 animaux Occupation max : 31 animaux le 29.8.93 Après dissolution du GR aussi nombreux gîtes d'accouplements et intermédiaires	Différents massifs dans les montagnes du nord-Palatinat Sans indications sur le lieu précis de découverte	Feuillus dominants (80 %), surtout hêtre et chêne rouvre Massif particulier à nichoirs le long de deux chemins forestiers: chemin 1 : forêt de chêne rouvre de 103-129 ans, hêtres de 45-85 ans, qq. douglas, pins et mélèzes; sous-étage rare, qq. clairières, dans l'ensemble plutôt ombragé chemin 2 : forêt mélangée avec des pins de 80 ans, hêtres et chênes de 88-150 ans; parcelles avec des rejets de souches de chênes et hêtres relativement exposées au soleil
Saar	HARBUSCH, C. (1988) <i>Dendrocopos</i> 15: 22-24.	Petite colonie d'été (GR) en <i>nichoir béton-bois</i> à la lisière d'une parcelle forestière < 100 ha	Ilot forestier près de Walsheim, au milieu d'un paysage de cultures richement structuré	Chênaie-hêtraie sur sommet
Saxe-Anhalt	GÜNTHER, E., M. HELLMANN & B. OHLENDORF (1991) <i>Nyctalus</i> 4(1): 7-16.	9.8.1989 : GR avec plus de 20 ind. dans un <i>trou de pic épeiche</i> (env. 7 m hauteur, chêne rouvre)	A l'est d'Alexisbad/canton Quedlinburg (Nord - Harz)	Chênaie de pente: chênes rouvres de 200 ans non exploités
Saxe-Anhalt	OHLENDORF, B. & L. OHLENDORF (1998) <i>Nyctalus</i> 6 (5): 476-491.	10 groupes d'accouplements en <i>cavités d'arbres</i> (trou de pic épeiche, trou de branche), <i>nichoir</i> (2 FN, nichoir plat en bois) <i>Gîtes</i> dans un chêne (1 x région racinaire)	Vallée de Bode, Dolchau, Halberstadt, Zichtau, Drömling, landes de Colbitz-Letz-linger, Friedrichsbrunn, Ausberg-Selketal, Neindorf	Peuplement pin, douglas, pinède avec plantation chêne et pin, vieille futaie claire de bouleaux, vieille pinède à bouleaux, forêt mélangée avec vieille chênaie claire, vieille chênaie à charme, vieille chênaie-hêtraie
Thuringe	WEIDNER, H. (1995) Die Nutzung von Fledermauskästen im ersten Jahr nach ihrer Aufhängung. <i>Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen</i> , 32. Jhg., 3: 76-79.	Août 1994 : 8 animaux, GR ? <i>En nichoirs-BÄSS</i>	Vallée de l'Auma près Weida	Pessières dans les gorges de l'Auma, restes d'une ancienne forêt alluviale à bois dur
Thuringe	Schorcht, W. In TRESS et al. (1994) Fledermäuse in Thüringen. <i>Naturschutzreport</i> 8: 77-80. SCHORCHT, W. (1994) Beobachtungen zur Ökologie des Kleinen Abendseglers in einem südthüringischen Vorkommen. <i>Naturschutzreport</i> 7(2): 405-408.	13 découvertes en été, dont 2 en <i>cavités d'arbres</i> (chêne); total 6 GR connus; <i>découvertes en nichoirs et cavités d'arbres; bardage ardoises</i> Observations sur un groupe GR 1989 - 1997 : début mai à septembre groupes avec env. 40 ind.; groupe d'accouplement Dans des <i>nichoirs-Worliczek</i>	Thuringe de l'est (région à lœss d'Altenburg) Plateau entre Thüringer Wald et Rhön dans la vallée du Werra (Thuringe du sud)	Pinèdes acidophiles et mal alimentées, îlots de vieux bois intercalés avec hêtres et chênes

(1995), les noctules de Leisler sont capables de détecter des insectes d'une envergure inférieure à 1 cm.

Le type de ses cris d'orientation (basses fréquences et forts volumes les rendant capables de traverser de grandes distances; WEID & v. HELVERSEN, 1987), la morphologie des ailes (ailes longues et étroites; NORBERG & RAYNER, 1987) favorisent la chasse aérienne rapide de la noctule de Leisler. Son vol droit nécessite des espaces pauvres en obstacles, qu'elle trouve en forêt surtout le long ou au-dessus de clairières, des laies, des chemins et sous la strate des huppriers.

Gîtes

Gîtes naturels

Le gîte naturel de mise bas, en semestre estival, des noctules de Leisler est une cavité ou une fente dans un arbre (p. ex. ARNOLD, 1999; GÜNTHER *et al.*, 1991; STRATMANN & STRATMANN, 1980). Ce gîte peut aussi servir de gîte d'accouplement (p. ex. OHLENDORF & OHLENDORF, 1998). Des individus isolés habitent dans des arbres pendant la phase active entre mai et septembre, et pour certains aussi en hibernation. On n'a trouvé que rarement des colonies d'hibernation comme celle de la noctule commune. GEBHARD (1997) a découvert un groupe avec 30 individus dans un hêtre abattu dans la région de Bâle. Les constats dans des gîtes naturels proviennent de contrôles par détecteur lors de la saison de rut et d'accouplement, ainsi que par études de radio-pistage (voir plus loin). En été, des contacts ont été établis par exemple dans plusieurs vieux chênes dans la région de Kassel (JANSEN, 1993), dans les plaines du nord badois dans un frêne, un chêne et un hêtre (ARNOLD, 1999), en Mecklembourg-Poméranie occidentale par exemple aussi dans un épicéa (LABES, 1989a). Les entrées des cavités se trouvent souvent très haut dans la zone des huppriers.

Un type de gîte intéressant de par sa fonction particulière a été décrit par SCHORCHT (1998; Schorcht *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) en Thuringe: certains gîtes (p. ex. une cavité dans un épicéa) servent par moments durant la nuit et seulement au printemps, de gîte de contact et de point de rencontre pour un petit groupe de femelles adultes. Lors de la journée ces gîtes accueillent des groupes d'autres individus.

OHLENDORF (1983) et OHLENDORF & OHLENDORF (1998) ont trouvé des gîtes de jour et d'accouplement en Saxe-Anhalt dans des trous de pic épicéa et de pic mar situés dans les stations les plus élevées, apparemment le plus souvent hors des zones de brouillard et probablement riches en insectes en fin d'été. STRATMANN & STRATMANN (1980) citent des découvertes dans des cavités creusées par pourriture ou dans des fourches écartées de chênes rouvres et hêtres; ARNOLD (1999) a trouvé une colonie de reproduction avec environ 50 animaux dans le tronc d'un hêtre fendu à peu près sur 2 m de hauteur.

On rencontre la noctule de Leisler parfois en société avec le murin de Daubenton (MERZ, 1991; LEITL, 1995), le murin de Bechstein (SCHORCHT, 1998; WISSING, 1996a), la pipistrelle commune (WISSING, 1996a), la pipistrelle de Nathusius (GEBHARD, 1996) ou la grande noctule (WISSING, 1996a). GEBHARD (1999b) a trouvé en hiver dans la région de Bâle une colonie d'hibernation composée de 42 noctules communes et trois noctules de Leisler dans un hêtre abattu, d'un diamètre de 80 cm à hauteur de poitrine.

Gîtes artificiels

Des noctules de Leisler ont été découvertes en Allemagne surtout dans des nichoirs en forêt ou en bordure forestière (p. ex. HEISE, 1982c). On signale aussi occasionnellement des gîtes en bâtiment (p. ex. TRESS, 1980: en Thuringe du sud derrière des bardages en ardoises). Des colonies importantes occupent des bâtiments dans d'autres régions d'Europe pauvres en forêt (p. ex. gîtes avec plusieurs centaines et jusqu'à un millier d'animaux en Irlande, O'SULLIVAN, 1994). Elle préfère les nichoirs plats. Le plus adapté semble être le nichoir bricolé du type « Worliczek » (10 x 5 x 20 cm; voir aussi chap. 3.3.2), très utilisé avec un grand succès dans le sud de la Thuringe (SCHORCHT, 1994, 1998). Mais la noctule de Leisler adopte aussi régulièrement des nichoirs du type FS1-Stratmann, des « grottes à chauve-souris » avec double paroi frontale, ainsi que des « grottes à chauve-souris » de type 2FN spécial (toutes deux de l'entreprise Schwegler), et des nichoirs du type Strobel. Les nichoirs suspendus à faible hauteur (1,5 m) sont aussi adoptés par des noctules de Leisler (BENK & BERNDT, 1981). On découvre régulièrement des gîtes d'accouplement dans des nichoirs à pignon bavarois à Ebrach (Bavière du nord) à des hauteurs comprises entre 1,5 m et 10 m (Schlapp, comm. pers.). On rencontre des animaux dans les nichoirs entre la mi-avril et début novembre suivant la situation géographique et le type du terrain d'observation, dans lesquels ils constituent des gîtes de reproduction mais aussi des gîtes de rut et d'accouplement. Le 11 janvier 1998, trois mâles en hibernation ont été découverts dans un nichoir dans le sud badois (Kretzschmar, rapport du projet 1997). ARNOLD (1999) a déterminé à plusieurs reprises des noctules de Leisler en nichoirs dans les plaines rhénanes du nord badois. Des études récentes avec une recherche spécifique et l'introduction orientée de nichoirs ont permis de confirmer la présence nouvelle à différents endroits de Saxe-Anhalt (OHLENDORF & OHLENDORF, 1998).

Résultats obtenus dans le cadre du projet

La noctule de Leisler a été trouvée dans 14 des 24 forêts étudiées entre mars 1996 et novembre 1998. Elle apparaît dans 4 des 7 forêts alluviales étudiées. Des gîtes de mise bas ont été découverts dans 5 forêts, dont 2 forêts alluviales. Avec le murin de Daubenton et la noctule commune,

la noctule de Leisler est l'espèce la plus régulièrement et couramment contactée. C'est d'autant plus étonnant qu'elle est plutôt considérée comme une espèce rare.

Pour élargir les connaissances sur le choix du territoire de chasse, le rayon d'action, et le choix des gîtes, 7 noctules de Leisler ont été suivies par télémétrie dans la vallée de la Werra en Thuringe du sud entre 1996 et 1997 (Voir aussi Schorcht *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) et 2 en forêt communale d'Oberursel en Hesse en 1997 (voir aussi Fuhrmann *et al.* *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

Vallée de la Werra (aire d'étude n°12 ; descriptif de la région voir chap. 3.5.1)

Le groupe de noctules de Leisler de l'aire d'étude thuringienne est connu depuis 1989 (SCHORCHT, 1994). Elle s'y reproduit régulièrement. Les principaux résultats issus du radio-pistage sont récapitulés ci-dessous (voir aussi SCHORCHT, 1998 et Schorcht *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) :

- les noctules de Leisler se déplacent rapidement et sans problèmes sur de grandes distances pour rejoindre leurs territoires de chasse. Le rayon d'action autour du gîte peut dépasser 15 km (une femelle non allaitante s'éloignait en août de 17 km de son gîte) ;
- les territoires de chasse de 6 adultes suivis ne se trouvaient en général pas en forêt fermée, par contre ceux du jeune individu se situaient surtout en forêt ;
- il n'y a pas de territoires de chasse traditionnels ou individuels. Les animaux exploitent des territoires divers ; le principal critère était l'abondance de nourriture et son accessibilité, ce qui se reflète dans le choix des voies de chemin de fer, des grandes surfaces asphaltées, des lampadaires et des cours et plans d'eau, des espaces donc où s'assemblent de grandes quantités d'insectes suite au réchauffement durant la journée. Cette hypothèse est aussi étayée par la télémétrie d'une femelle pendant deux années de suite : les territoires de chasse ne se superposaient pas ;
- la hauteur de vol préférée en espace libre était à hauteur des houppiers, parfois le long des lisières forestières ;
- une végétation dense à l'intérieur de la forêt ne semble pas poser de problème.

On déduit des résultats de la télémétrie et des résultats de marquages pratiqués durant des années par SCHORCHT (1998) que la noctule de Leisler change souvent de gîte. D'après SCHORCHT (1998) les nichoirs ne sont utilisés que rarement au-delà d'une semaine, et les groupes se recomposent souvent quotidiennement à nouveau. Des jeunes encore incapables de vol sont en général emmenés par leur mère. KALLASCH & LEHNERT (1994b) décrivent aussi des déménagements abondants et réguliers en Hesse. Là une colonie de reproduction changeait dans un laps de dix jours au moins trois fois de gîte, tout en recomposant les groupes.

Dix animaux suivis par télémétrie dans l'aire d'étude du sud thuringien ont utilisé en tout vingt gîtes d'arbres différents : hêtre (6), chêne pédonculé (4), épicéa (4), bouleau (3), pin (2) et tremble (1). Les parts des différentes essences ne représentent pas les parts de répartition de la forêt, mais penchent clairement en faveur des essences feuillues. Les types de gîtes étaient des trous dans les arbres agrandis par l'effet de la pourriture (en partie après des dégâts d'écorçage par le cerf, p. ex. sur épicéa), des trous de branches et de pic, des fourches et des écorces écartées. Les traces d'écorçage sur le tronc d'épicéa en plein milieu du peuplement et le gîte derrière l'écorce écartée sur un chêne se trouvaient à faible hauteur (entre 1,3 et 1,7 m). Ces cavités étaient utilisées temporairement et en même temps aussi par la noctule commune. La plupart des autres gîtes étaient situés à des hauteurs comprises entre 9 et 15 m. En dehors de l'occupation régulière de nichoirs, on peut citer parmi les gîtes artificiels la visite d'un mirador de chasse, ainsi que d'une pile de bois de feu colonisée par une femelle adulte à seulement 30 cm de hauteur à proximité immédiate d'une maison d'habitation.

Une colonie de moins de 40 individus exploite dans l'ensemble 50 gîtes naturels et artificiels différents au cours d'un été sur une superficie d'environ 300 ha.

Forêt communale d'Oberursel (aire d'étude n°14)

On peut résumer les résultats obtenus par télémétrie sur un mâle adulte et une femelle adolescente dans la forêt communale d'Oberursel en Hesse au mois d'août (voir aussi Fuhrmann *et al.* *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) comme suit :

- le rayon d'action de la femelle était plusieurs fois plus vaste que celui du mâle (6 km² contre 1,5 km²). La raison probable peut être cherchée dans le fait que le mâle était en train d'installer son territoire de rut et d'accouplement ;
- les deux animaux changeaient souvent de terrain de chasse, qui apparemment n'étaient exploités ni traditionnellement ni individuellement ;
- la femelle a occupé en 8 jours d'observation 7 gîtes différents, dont hêtre (2), chêne (2), nichoir oiseau (2) et nichoir chauve-souris (1). Elle a chassé sur 7 terrains différents, comprenant des lampadaires, vergers, prairies, lisières forestières et à l'intérieur d'un peuplement forestier fermé. Jamais elle n'a choisi de gîte de jour ou de gîte de repos nocturne en dehors de la forêt ;
- en quatre jours et nuits d'observation, le mâle a occupé huit gîtes différents pour passer le jour ou pour se reposer pendant la nuit : hêtre (3), chêne (1), nichoir chauve-souris (1), non identifié (3) ; il a chassé dans 8 lieux différents, dont 7 étaient proches les uns des autres, y compris des lisières et des laies forestières,

le chantier de construction d'une autoroute et un peuplement forestier fermé. Jamais il n'a choisi de gîte de jour ou de gîte de repos nocturne en dehors de la forêt.

Ces deux études ont en commun :

- les animaux survolent de grandes distances en peu de temps entre leur gîte et les territoires de chasse ;
- plusieurs petits terrains de chasse sont exploités ;
- apparemment il n'y a pas de territoires de chasse individuels ;
- ils changent très souvent de gîte.

Hanovre (aire d'étude n°4)

Depuis 1993 on a régulièrement observé des noctules de Leisler sur la commune d'Hanovre (Mühlbach *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Les colonies occupent des cavités dans des arbres des différentes forêts communales couvrant une totalité de 1400 ha. La partie la plus importante est la forêt de «Eilenriede» dans l'est et le sud-est de la ville. Les forêts sont composées de peuplements feuillus mélangés avec comme essence principale le chêne. Il y a peu de nichoirs. Les observations s'appuient donc surtout sur des contrôles visuels ou par détecteur, ainsi que quelques captures au filet. Nous disposons après six ans d'observations à Hanovre entre 1993 et 1998 de données sur 16 gîtes où l'on a pu constater la présence de la noctule de Leisler entre janvier et novembre. Le gîte d'hibernation est mentionné dans un hêtre bicentenaire dans le Tiergarten, où l'on observe des noctules de Leisler mélangées lors de leur envol à des noctules communes. Les gîtes de mise bas et les gîtes individuels non définis se trouvent dans des cavités d'arbres divers des forêts communales. Ainsi il y aurait à Hanovre des noctules de Leisler tout au long de l'année. Rien de semblable n'est connu à ces latitudes par ailleurs. Des recherches détaillées (en particulier des captures par filet au gîte) doivent encore renforcer ces constats. De fréquents changements de gîte ont été observés pour une colonie d'été dans le Eilenriede, en moyenne tous les 2-4 jours. Les gîtes sont éloignés entre 50 et 600 m les uns des autres. Huit gîtes sont connus sur environ 6 ha de surface forestière. Il y a aussi très probablement des échanges entre les différents massifs. Le mois d'août est le seul mois où il y a des gîtes occupés dans toutes les forêts étudiées. La population a augmenté à cette époque par les naissances, et déjà par l'apport d'immigration des autres régions. L'ensemble des 16 gîtes étaient à l'origine des trous de pic. Il y a une nette préférence pour des cavités en branches latérales (souvent avec l'ouverture vers le bas) par rapport aux trous dans les troncs. Tous les gîtes se trouvaient entre 8 et 25 m de hauteur. La noctule de Leisler était dans plusieurs cas associée à la noctule commune.

La chasse a été observée à divers endroits dans les prairies des bords de la Leine, près du canal du Mittelland et d'un grand plan d'eau (le Maschsee), mais les forêts communales servent aussi de terrain de chasse. Là les animaux peuvent être observés en train de chasser surtout en dessous des houppiers (8-12 m de hauteur), dans les espaces entre les houppiers (15-20 m de hauteur), dans des espaces aériens libres d'obstacles et de sous-bois, et au-dessus des prairies aménagées en aire de repos et pique-nique. On voit parfois plus de 10 animaux voler ensemble. La télémétrie d'une jeune femelle de noctule de Leisler en août 1993 a montré l'utilisation de terrains de chasse en chênaies claires et en espaces déboisés avec une végétation herbacée dans l'environnement proche du gîte (jusqu'à 2 km de distance).

Région de la Sarre (aire d'étude n°17 et 18 ; descriptif de la région voir chap. 3.5.1)

C. Harbusch a réalisé des contrôles par détecteur dans les deux massifs de forêt mixte résineux-feuillus dans le sud de la Sarre (vallée du Steinbach et Warndt, descriptif voir chap. 3.5.1). Les peuplements de chênaie-hêtraie sont imbriqués à la manière d'une mosaïque avec des peuplements résineux, dont certains vastes, ou avec des friches à évolution spontanée. Elle a réalisé aussi des contrôles de nichoirs dans le Warndt. Les données exploitent des relevés du massif du Warndt qui remontent jusqu'à 1994 (voir aussi Harbusch *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Les données ont été complétées sur les deux massifs par des captures d'insectes au piège lumineux. Jusqu'alors on a pu observer 9 espèces de chiroptères dans le Warndt ; dans la vallée du Steinbach, 5 espèces ont été trouvées en 1997 (voir Tableau 30 au chapitre 3.5.1). Les territoires de chasse de la noctule de Leisler se trouvaient dans l'espace des houppiers, au-dessus d'étangs forestiers, lisières forestières, routes, friches en évolution spontanée sur anciens chablis et lampadaires souvent à proximité des gîtes occupés (nichoirs). On n'a pas réussi à observer l'espèce en massif forestier fermé (feuillu ou résineux).

Les captures d'insectes ont donné un faible nombre d'espèces de papillons dans l'ensemble des deux aires d'étude. Ce constat n'apporte toutefois pas beaucoup de renseignements pour la noctule de Leisler qui est un chasseur opportuniste et qui ne se nourrit pas seulement de papillons mais aussi de diptères et tipules (BECK, 1995 ; WATERS *et al.*, 1995). C'est plutôt la densité de proies, éventuellement composée de peu d'espèces, qui est déterminante pour l'aptitude d'un territoire comme terrain de chasse pour les noctules de Leisler. On ne peut donc pas déduire la présence ou non de la noctule de Leisler dans un massif seulement par les données sur les papillons.

L'importance du milieu forestier pour la noctule de Leisler

Bien que la noctule de Leisler choisisse une partie importante de ses territoires de chasse en dehors de la forêt et s'alimente d'une façon opportuniste, le taux d'utilisation de la forêt est élevé à cause du choix des gîtes. D'après les connaissances actuelles elle occupe, à quelques exceptions près, presque exclusivement des gîtes forestiers en Allemagne et en Europe centrale, et peut ainsi être classée parmi les chauves-souris forestières classiques. Cette espèce exige un nombre suffisant de gîtes (d'architecture plutôt plate) dans des habitats adaptés pour l'élevage des petits ainsi que pour l'accouplement, pour permettre les différents regroupements sociaux d'une population. D'après les résultats actuels il semble particulièrement important qu'il y ait des gîtes très rapprochés pour jouer leur rôle déterminant dans les activités sociales. Le grand massif résineux du sud de la Thuringe n'est probablement devenu colonisable par la noctule de Leisler qu'après avoir été muni peu à peu de 66 gîtes artificiels (surtout des nichoirs plats à chauve-souris). On n'explique aujourd'hui sa présence en forêt résineuse que par cette offre en gîtes artificiels, qui se substituent aux gîtes naturels manquants. Le facteur déterminant est moins le type forestier que l'offre en gîtes.

La noctule de Leisler préfère des peuplements riches en cavités, vieux et clairs, qui facilitent l'envol dans un espace libre d'obstacles. Le choix des gîtes est variable, leur entrée se trouve souvent à grande hauteur et même dans la strate des houppiers.

La noctule de Leisler recherche des terrains de chasse d'une façon opportuniste à l'extérieur comme à l'intérieur de la forêt, où elle exploite surtout des clairières, coupes rases, trouées (chablis p. ex.) et chemins.

La forêt, et surtout la forêt feuillue riche en cavités, peut être considérée comme le biotope indispensable pour la survie de la noctule de Leisler en Europe centrale. Des interventions de gestion et protection des gîtes, leur maintien et leur amélioration sont particulièrement efficaces pour cette espèce (voir chapitre 4.2.1). Les types de gîte tels que cavités plates en forme de fente (fente de foudre ou éclatement de troncs, etc.) sont à favoriser. D'après les résultats des études de Thuringe et d'Hanovre, il faut une offre de plusieurs gîtes en voisinage immédiat permettant le déménagement fréquent et régulier des colonies de mise bas, et permettre ainsi les interactions et liens sociaux étroits.

Le type de chasse de cette espèce, et tout particulièrement des jeunes, le long de clairières,

trouées, chemins, coupes rases et dans l'espace aérien au-dessous des houppiers illustre parfaitement la nécessité d'une gestion forestière variée. Des espaces ouverts de petite taille (0,5-1 ha) et trouées sont tout particulièrement utiles pour cette espèce, ainsi que des lisières forestières intérieures riches en fleurs, et des chemins bordés d'arbustes où peuvent se développer beaucoup d'insectes. Une forêt « cathédrale » telle qu'elle a été décrite comme biotope idéal pour le grand murin donne aussi pour la noctule de Leisler un espace suffisant pour une chasse rapide. Des forêts imbriquées dans un environnement riche en structures telles que cours d'eau, prés, boisements ripicoles, haies, chemins creux, etc. correspondent au mieux aux exigences de l'espèce et à son alimentation surtout opportuniste. A la différence des noctules communes ou des pipistrelles de Nathusius, les données actuelles ne permettent pas de détecter une préférence de la noctule de Leisler pour des forêts alluviales lors des migrations. Ici restent encore des questions sans réponses.

3.1.8. La pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii* [Keyserling & Blasius, 1839])

Indications générales

La pipistrelle de Nathusius compte avec ses 6-8 g parmi les plus petites chauves-souris autochtones. Pourtant, avec la noctule commune, la noctule de Leisler et la sérotine bicolore, elle fait partie des chauves-souris qui migrent de façon saisonnière sur de grandes distances en Europe centrale. On suppose qu'il existe une séparation nette entre les régions de mise bas et celles d'hivernage chez cette espèce.

Depuis le début des années 70 et grâce aux observations précises et intensives à long terme réalisées par HEISE (1982a, 1984) et SCHMIDT (1984, 1991b, 1991c, 1994a, 1994b, 1994c, 1997b), beaucoup de détails de la biologie (et en particulier de la biologie de la reproduction) et de l'écologie de la pipistrelle de Nathusius ont été découverts. Les connaissances sur les régions de mise bas de cette espèce se sont énormément étoffées. Les études de FIEDLER en Allemagne du sud (1993, 1998) et de PETERSONS en Lettonie (1990) ont apporté des contributions décisives à la connaissance de la migration chez cette espèce. La pipistrelle de Nathusius migre deux fois par an sur des centaines de km (AELLEN, 1983; HEISE, 1982a; MASIG, 1988; ROER, 1975b). La plus longue distance connue est de 1905 km, entre la région de mise bas en Lettonie du nord-est et la région d'hivernage dans le sud-ouest de la France (PETERSONS, 1990). Les animaux parcourent probablement 80 km et plus par nuit. Ils s'accouplent dans les régions de mise bas, lors de la

migration et même en région d'hibernation. La direction de migration est grossièrement SO-NE comme chez la noctule commune. BASTIAN (1988) et PERTERSONS (1990) ont décrit deux routes de migration, une au sud et l'autre au nord. Une récapitulation cartographique actuelle des redécouvertes de bagues a été publiée en 1999 (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999).

La pipistrelle de Nathusius existe dans toute l'Allemagne, mais sa densité fluctue d'une façon saisonnière suivant les migrations. D'après les connaissances actuelles, des gîtes de mise bas n'existent que dans les plaines du nord de l'Allemagne, dans les länder de Mecklembourg-Poméranie occidentale, Brandebourg, Basse-Saxe et Schleswig-Holstein. Le restant de l'Allemagne est surtout occupé pendant la migration, qui tombe aussi sur l'époque des accouplements, ou comme territoire d'hivernage. Toutefois, on trouve aussi des animaux isolés tout au long de l'année dans les régions de repos situées plus au sud, par exemple dans les plaines rhénanes badoises du nord et du sud (v. HELVERSEN *et al.*, 1987; ARNOLD *et al.*, 1996b). On a déjà trouvé en juin des femelles non reproductrices dans la région de Bayreuth à plusieurs centaines de km des gîtes de mise bas connus (ARNOLD & SACHTELEBEN, 1993). Même si les régions ne sont occupées que d'une façon saisonnière, elles jouent pendant cette époque un rôle important dans la vie de la pipistrelle de Nathusius. La littérature spécialisée fait écho de beaucoup de découvertes en forêt. Le Tableau 15 en montre une sélection.

Comportement migratoire

La pipistrelle de Nathusius se trouve à différents endroits en différentes saisons : après les migrations de printemps les femelles arrivent vers début mai dans les régions de mise bas dans le nord et le nord-est de l'Allemagne et de l'Europe. Les mâles suivent plus tard. La date des migrations peut se décaler d'une année à l'autre. HEISE (1984) a émis l'hypothèse qu'il existe une influence positive des températures moyennes du mois de mars, autant dans les régions d'hivernage que dans les régions de mise bas. La même succession a été observée lors du départ vers les régions d'hivernage : les femelles partent d'abord puis les mâles quittent la région (HEISE, 1982a; Schorcht, comm. pers.). Les animaux arrivent probablement une petite quinzaine de jours après dans leur région de destination. On trouve le plus grand nombre de pipistrelles de Nathusius dans les régions de passage et d'hivernage, par exemple en Hesse, le long du Rhin, près du Lac de Constance et sur l'Isar au nord de Munich dans des nichoirs en août et septembre, puis en avril (ARNOLD *et al.*, 1996b; Arnold & Braun *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002; Bautsch comm. pers. 1996-1998; FIEDLER, 1993, 1998; SCHWARTING, 1994a, b). Dans certaines régions de passage, on observe une présence ou une augmentation de la population lors d'une des deux phases de la migration

seulement. Bernd (comm. pers.) n'a trouvé à Lampertheim sur le Rhin, en Hesse, aucune pipistrelle de Nathusius dans les nichoirs au printemps, mais en septembre il y a de nombreux animaux de passage. ARNOLD & SACHTELEBEN (1993) observent une situation semblable dans la région de Bayreuth. Cette espèce n'occupe des nichoirs qu'au départ, donc en fin d'été/automne. Le choix de la route des migrations de printemps ou d'automne dépend probablement des conditions climatiques.

Des pipistrelles de Nathusius sont baguées depuis les années 50 pour étudier les migrations. Le centre de baguage de Bonn a répertorié 522 bagues dans la période entre 1960 à 1990, dont plus de 88% proviennent de nichoirs en forêt (voir aussi Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Grâce aux recherches intensives dans les régions de mise bas des länder de l'est, le nombre d'individus bagués est bien plus élevé : près de 19000 pipistrelles ont été baguées entre 1960 et 1995 (ZÖPHEL, 1998). Lors de la durée du projet sur le territoire fédéral plusieurs études ont été menées entre 1996 à 1998. Environ 6100 pipistrelles de Nathusius ont été baguées, dont 600 à l'ouest et 5500 dans les länder de l'est.

Ecologie trophique et comportement de chasse

La forêt typique à pipistrelle de Nathusius est décrite dans les régions de mise bas du Brandebourg comme une forêt riche en plans d'eau et mares, même si les forêts étudiées sont par ailleurs très différentes. Dans la région de Prenzlau (Uckermark) il s'agit de forêts hydromorphes avec des tourbières boisées, des forêts typiques à aigle pomarin et grues ; dans la région de Beeskow ce sont des pinèdes pures qui dominent. Les deux régions sont par contre riches en petits étangs, lacs, et plans d'eau, qui assurent apparemment une offre en nourriture en quantité suffisante juste au moment de l'élevage des jeunes. Des mâles solitaires vivent par contre également dans des zones où l'on ne trouve pas d'étangs et donc pas de gîte de reproduction. Suite à une méthode de gestion par coupe rase lors des 40 dernières années, il n'y a plus d'offre en gîtes naturels dans les forêts de pin (HEISE, 1982a; SCHMIDT, 1994c).

Une seule étude a utilisé la télémétrie pour étudier les exigences de la pipistrelle de Nathusius envers son habitat de chasse (EICHSTÄDT, 1995). Elle a eu lieu dans le nord-est du Brandebourg dans les régions de mise bas près de Prenzlau : 10 femelles et 2 mâles ont été suivis par télémétrie. Cela a permis entre autres aussi des observations de colonisation de gîtes naturels qui seront récapitulées plus loin.

La surface moyenne des territoires de chasse se situait pour 8 pipistrelles de Nathusius à près de 18 ha. Les biotopes de chasse les plus exploités étaient des grands plans d'eau calme, leurs zones riveraines à roseaux, des lisières forestières et des prés humides. En forêt fermée,

Tableau 15: Observations de la pipistrelle de Nathusius dans les forêts allemandes (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction.

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	v. HELVERSEN, O., ESCHE, M., KRETZSCHMAR, F., BOSCHERT, M. (1987) Die Fledermäuse Südbadens. Mitt. Bad. Landesver. <i>Naturkunde und Naturschutz</i> N. F. 14(2): 409-475.	23.6.85 : 1 ♂ (<i>capture filet</i>)	Weisweil, au sud de la région du Taubergießen	Forêt alluviale rhénane, située entre 2 bras anciens du Rhin
		26.9.86 : > 17 animaux dans des nichoirs différents en groupes de 2-4 animaux, probablement gîtes d'accouplement (<i>nichoirs</i>)	Mettnau (comp. Fiedler 1993)	
		1.12.82 : gîte d'hiver de 5 animaux (<i>cavité d'arbre</i>)	Près Kehl sur le Rhin	Cavité dans un vieux peuplier
		5.12.85 : 3 animaux (<i>écorce</i>)	Près Kehl sur le Rhin	En-dessous de l'écorce fendue d'un peuplier
		18.12.85 : 2 animaux (ensemble avec des pipistrelles communes) (<i>cavité d'arbre</i>)	Freiburg i.Br.	Cavité en fente dans un robinier
Bade-Wurtemberg	FIEDLER, W. (1993) Paarungsquartiere der Rauhhautfledermaus am westlichen Bodensee. <i>Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.</i> 75: 143-150.	Depuis 1984 : dans les deux groupes étudiés total 255 ind. Région de passage et accouplement Total 33 groupes d'accouplement; nombre max. d'individus dans la 2 ^e moitié d'avril et 2 ^e moitié de septembre Tous les gîtes d'accouplement sont à < 500 m du lac de Constance <i>Découvertes en nichoirs</i>	Iles Mettnau et Reichenau	Secteur à vieux arbres comme dans un parc Secteur long de 300 m d'une allée de peupliers
Bavière	ISSEL B. & W. ISSEL (1955) Versuche zur Ansiedlung von "Waldfledermäusen" in Fledermauskästen. <i>Forstw. Cbl.</i> 74 (7/8): 193-256.	Groupe de 9 animaux en <i>nichoirs</i> et 39 animaux capturés au <i>filet</i>	District forestier Heideck (moyenne Franconie, nord-Bavière)	Vieille hêtraie et pinèdes presque pures
Berlin/Brandebourg	HAENSEL, J. (1992) <i>Nyctalus</i> 4: 379-427.	Observations régulières depuis 1975 ; 22/23.8.91 : 34 ♀, 35 ♂: région d'accouplement <i>Découvertes en nichoirs</i>	Massif à nichoirs Teufelssee/Müggelseegebiet (zone urbaine Berlin-Köpenick) et Grünauer Forst.	Massif forestier étendu, surtout vieux pins, localement chênes, densité du sous-étage variable
Brandebourg	KUTHE, C. & R. IBISCH (1989) Erfahrungen und Ergebnisse der Arbeit mit Fledermauskästen. <i>Populationsökologie v. Fledermausarten. Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 20: 263- 275. <i>Découvertes en nichoirs</i>	8/87 : total 132 animaux dans le massif: gîtes d'accouplement	District Ferch-Flottstelle SO de Berlin	Grande coupe rase reboisée, ses bordures sont formées par des pinèdes d'âges divers; qq. feuillus isolés (chêne-hêtre) à proximité de petits trous d'eau.

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Brandebourg	SCHMIDT, A. (1990) <i>Nyctalus</i> 3 : 177-207.	Région d'accouplement importante ; 80% de toutes les chauves-souris étaient des pipistrelles de Nathusius (1985-1990 moyenne 136 animaux/an)	District Möllenwinkel	Forêt richement mélangée à pins avec strate arbustive à jeunes bouleaux, pins, sureau, bourdaine, chêne et robinier. Partie pinède pure, ici pauvre, à canche et lichen
		Régions d'accouplement et de ♂, 86% de toutes les chauves-souris étaient des pipistrelles de Nathusius	District Holzspree	Pinèdes pauvres à canche et lichen, ainsi qu'une bande étroite de feuillus mélangés (dominé par chêne pédonculé)
	SCHMIDT, A. (1994c) <i>Nyctalus</i> 5(3/4) : 338-343.	Région de passage et d'accouplement , moyenne 24 animaux/an	Eichwerdel	1/3 pinède, autrement chênaie rouvre sèche à muguet
		Région d'accouplement, région de reproduction , moyenne comptée 132 animaux/an ; 1990 : GR avec 93 ♀	District Blankes Luch	Futaie de pin (90 ans) sous la forme de pinède à canche, myrtille ou fougère aigle, la strate arbustive est formée sur de grandes parties par la régénération naturelle pin-bouleau.
	Région d'accouplement , ♂ en nombre	District Schwarze Lake	Pinèdes pures à canche et myrtilles	
	Région de reproduction : 1992 : GR avec 64 ♀	District Kirschweg	Forêt mélangée riche en espèces, irrégulière et productive avec sous-étage robinier et plantation sous abri de hêtre	
	Région d'accouplement et de migration , beaucoup de ♂	District Dollin	Gaulis de pin (env. 55 ans). Strate herbacée : canche, myrtille et fougère aigle	
Région d'accouplement avec 6-10 territoires de ♂ <i>Nichoirs</i>	District Dünenforst Toutes régions autour Beeskow	Pinède aride à canche et lichen		
Hambourg	WIERMANN, A. & H. REIMERS (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6) : 509-528.	20.9.93 : 1 ♀ 27.8.94 : 2 ♀ Indication de GR avec > 100 ind. <i>Nichoir</i>	Sans indication précise du lieu de découverte Canton Aurich/Ostfriesland (Basse Saxe)	District forestier de Hambourg : surtout forêts de production pauvres en trous de pic et bois morts

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Hesse	KOCK, D. & H. SCHWARTING (1987) Eine Rauhhauffledermaus aus Schweden in einer Population des Rhein-Main-Gebietes. <i>Natur und Museum</i> 117(1): 20-29. SCHWARTING, H. (1990) Kastenquartiere für Baumfledermäuse. <i>Natur und Museum</i> 120 (4): 118-126.	16.2.84 : gîte d'hibernation (<i>cavité d'arbre</i>), découvert lors de l'abattage. 1982-1986 : 6 observations d'été, 8 observations d'hiver, 17 observations en fin d'été/début-d'automne (gîte d'accouplement) <i>Nichoir</i> Sept./Oct. '87 total. 91 animaux Probablement gîtes de passage et d'accouplement . <i>Nichoir</i>	Région Francfort sur Main (Hainburg, Klein-Auheim)	Aire d'étude 1 : 92 % pin, 8 % chêne, planté sous abris env. 60 % avec hêtre tilleul et charme Aire d'étude 2 : 84 % pin, 8 % chêne, 7 % aulne, 11 % hêtre
Hesse	JANSEN, E.A. (1993) <i>Nyctalus</i> 6: 587-620.	Été 92 : 2 gîtes avec dans chacun un animal isolé <i>Cavités d'arbres</i>	Karlsaue et Interessentenwald Wolfsanger	Fente dans un chêne dans un vieux parc Galerie de pic dans un chêne dans une vieille forêt feuillue
Mecklembourg-Poméranie occidentale	IFFERT, D. <i>et al.</i> (1989) Kastenbesatz durch Fledermäuse in Abhängigkeit zur Waldstruktur im Forstrevier Hahnenhorst. <i>Populationsökologie v. Fledermausarten. Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 20: 277-289.	2 groupe de juvéniles : 150 et 120 ind. (GR?) puis: 15 ind., 10 ind., 20 ind., 1 animal seul <i>Toutes les découvertes en cavités d'arbres</i> Contrôles 1984-1988 : répartition des chauves-souris dans les structures forestières différentes: <ul style="list-style-type: none">• total 380 animaux (345 nichoirs contrôlés)• total 100 animaux (128 nichoirs contrôlés)• total 196 animaux (260 nichoirs contrôlés)• total 21 animaux (39 nichoirs contrôlés) Découverte en nichoirs <i>béton-bois</i> FS1 et Ibisch	District forestier Hahnenhorst	Vieille chênaie rouvre claire avec pins sur les berges ; gîtes derrière de l'écorce décollée, trouée par pourrissement sur chêne rouvre ; dans une fente due à la foudre, éclatement du tronc sur pin. Situation préférée aux gîtes sur zones de perturbations (explications voir plus loin), mais cavité avec le plus grand groupe de juvéniles sur coupe rase <ul style="list-style-type: none">• sur coupe rase, reboisements, fourrés• sur zones de perturbations (lotissements, lignes électriques ou de gaz, routes)• dans les peuplements (parcelles forestières à partir de perchis)• en parcelles éclaircies (parcelles éclaircies avec gros bois)

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Rhénanie-Westphalie	SCHROPPER, R., FELDLMANN, R. & VIERHAUS, H. (1984) Die Säugetiere Westfalens. <i>Abhandl. a.d. Westfäl. Museum für Naturkunde</i> 46. Jg. 4: 80-143.	1977-1984 : > 94 animaux Certains gîtes d'accouplements confirmés <i>Nichoir</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Borkenberge • Espelkamp • Minden 	<ul style="list-style-type: none"> • pinède claire • forêt mélangée feuillus/résineux • vieux cimetière de type parc Préférence de futaies claires proches de l'eau
Rhénanie-Palatinat	FUHRMANN, M. (1989) Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz. Schwerpunktprogramm 1.4.2.	Août 89 : 2 animaux Sept. 89 : 15 animaux Probablement gîte d'accouplement <i>Nichoir</i>	Forêt communale d'Oppenheim, îlot forestier env. 100 ha ; réserve naturelle des plaines rhénanes de Hördt	Forêts alluviales sur le Rhin
Schleswig-Holstein	DIETERICH, H. (1994) <i>Nyctalus</i> 5(3/4) : 236-241.	Région de passage et de gîtes d'accouplement. 1 GR en nichoir plat béton-bois <i>Nichoir</i>	District Rixdorfer Tannen près Plön	Massif reboisé après 1906 avec des chênes, sous abris hêtres, puis qq. parcelles épicéas, mélèzes, douglas

une vieille hêtraie claire et un étang forestier ont été utilisés. Les pipistrelles se déplacent à l'intérieur comme à l'extérieur de la forêt le long des structures linéaires telles que chemins, laies ou lisières.

Les pipistrelles de Nathusius étudiées sur la côte polonaise chassaient de préférence dans des pinèdes et au-dessus des champs près d'une lagune, et elles évitaient les forêts mélangées (JARZEMBOWSKI *et al.*, 1998).

Il n'y a que peu de travaux sur la palette de proies des pipistrelles de Nathusius en Europe centrale (plaines rhénanes du nord badois, ARNOLD, 1999 ; Suisse, BECK, 1995 ; Brandebourg, EICHSTÄDT, 1995 ; Basse-Saxe, TAAKE, 1992). Dans toutes les études, le gros de l'alimentation est fourni par des diptères et surtout les chironomes. Les trichoptères, névroptères, papillons, hyménoptères et coléoptères représentent une petite partie des proies. La composition saisonnière du régime alimentaire est fonction de la présence de différents groupes d'insectes qui dépendent eux des conditions climatiques. Au moins pour l'aire d'étude du nord badois on a pu déceler une légère tendance à l'exploitation des insectes terrestres en été (ARNOLD, 1999). Rien ne laisse supposer une stratégie de chasse particulière telle que le « glanage ». On peut considérer la pipistrelle de Nathusius comme étant une espèce qui ne chasse que dans l'air.

Gîtes

Gîtes naturels

Il n'est pas facile de trouver des pipistrelles de Nathusius dans des gîtes naturels. C'est possible au mieux à l'aide de captures au gîte ou par télémétrie. Aux Pays-Bas la pipistrelle de Nathusius est décrite comme une espèce habitant les fentes d'arbres (LIMPENS & BONGERS, 1991). HEISE (1982a) a observé à plusieurs reprises des pipistrelles de Nathusius qui se cachent dans de très petites fentes dans des fourches du tronc (dans la région du passage du tronc au houppier) de vieux hêtres. EICHSTÄDT (1995) a découvert par télémétrie dans la même aire d'étude des gîtes diurnes dans des cavités et des fentes d'arbres : « fente dans le bourrelet de cicatrisation d'une fourche dans un hêtre à 10 m de hauteur, visité par environ 15 animaux » ; « trou de branche élargi par pourriture à 10 m environ de hauteur utilisé par plusieurs animaux » ; « fente du tronc issue de la foudre à 5 m de hauteur, plusieurs animaux en sortent » ; deux autres gîtes dans le secteur du houppier d'un hêtre et d'un chêne sont cités sans autres précisions. Tous les gîtes se trouvent à moins de 200 m de nichoirs. Une cavité due à la foudre est utilisée comme gîte près du Müritz (STRATMANN, 1973).

Des gîtes d'hibernation d'animaux isolés ou de petits groupes ont été découverts dans des bâtiments, des piles de bois ou plus rarement (et plus difficiles à découvrir) dans des cavités d'arbres. Issel a découvert en 1953 déjà une petite colonie d'hibernation de 12 animaux dans un

saule creux abattu dans le Tiergarten à Munich (ISSEL *et al.*, 1977). Dans la même année on a découvert 14 pipistrelles de Nathusius en forêt communale de Francfort sur Main (Klemmer dans ROER, 1973); dans la même forêt 15 pipistrelles de Nathusius ont été trouvées lors de l'abattage d'arbres (KOCK & SCHWARTING, 1987); en Bade-Wurtemberg on a trouvé plusieurs douzaines d'individus en compagnie de pipistrelles communes dans un tilleul creux (ROER, 1975b), et cinq animaux dans un vieux peuplier (v. HELVERSEN *et al.*, 1987). Ces dernières 10-15 années les déclarations de découvertes en cavités d'arbres s'accroissent: GEBHARD (1996) énumère, pour la période 1987-1996, 46 individus découverts en neuf lieux (dont un robinier) à Bâle et aux alentours. A Berlin deux pipistrelles de Nathusius en hibernation ont été découvertes dans une cavité de pourriture de 10 x 3 cm dans un robinier lors d'abattages hivernaux (HAENSEL, 1997). En 1999, un groupe d'hibernation de neuf animaux a été sauvé d'une cavité d'arbre dans la zone urbaine de Munich (Kistler, 1999, comm. pers.). Finalement on peut lire dans le rapport de FEILER *et al.* (1999) qu'un gîte d'hiver avec six individus se trouvait dans une fente dans l'aubier d'un vieux chêne, dans le Großen Garten à Dresde, où on avait déjà découvert cinq pipistrelles de Nathusius lors d'abattages d'arbres dans le parc de Pillnitz. Certaines de ces découvertes occasionnelles d'hiver ont en commun qu'elles proviennent d'arbres-gîtes dans un environnement urbain ouvert de parc.

Gîtes artificiels

La pipistrelle de Nathusius investit facilement et rapidement de nouveaux nichoirs. Elle occupe autant des nichoirs avec des cavités en forme de fente que ceux en forme de grotte. En Schleswig-Holstein, les pipistrelles de Nathusius n'ont adopté la «Grotte Schwegler» 2F qu'après un doublement de la paroi frontale avec un espace de 3 cm (DIETERICH & DIETERICH, 1988). Des nichoirs plats en bois ont été installés depuis le début des années 70 dans les pinèdes monotones du Brandebourg de l'est et dans les forêts feuillues mélangées à dominante hêtre du nord-est du Brandebourg. Dans les nichoirs à l'est du Brandebourg les premières pipistrelles de Nathusius ont mis jusqu'à 12 ans pour s'installer (SCHMIDT, 1997b), mais, avec une offre en gîtes suffisante, même dans une pinède à myrtilles et fougère aigle, qui semblait d'abord inadaptée aux besoins de la pipistrelle de Nathusius. A d'autres endroits les nichoirs installés depuis un à deux ans étaient déjà occupés par des groupes de mise bas (SCHMIDT, 1994c). Dans l'ensemble cette espèce semble préférer le gîte du type fente. Les découvertes dans des bâtiments réunies par HEISE (1982a) décrivent pour la plupart des types de gîtes tels que bardage en bois, espace entre deux poutres de charpente d'un hangar à bois et autres. GEBHARD (1999c) a trouvé par exemple 15 pipistrelles de Nathusius derrière des bardages en bois dans les fentes des murs d'une grange vouée à la démolition.

HEISE (1982a) donne les consignes suivantes par rapport aux nichoirs :

- les petits nichoirs FS1 (20x20x5) sont préférés aux plus grands (25x30x5);
- les nichoirs installés à plus grande hauteur (4-5 m) sont préférés à ceux installés plus bas (2,5-3 m);
- les nichoirs installés à l'intérieur des peuplements avec espace d'envol libre sont préférés à ceux installés en lisière ou en bordure de coupe (voir aussi HACKETHAL, 1979). Cette observation contredit celle d'IFFERT *et al.* (1989), qui constate une préférence pour des nichoirs installés en lisière.

On a aussi observé une colonisation rapide de nouveaux nichoirs installés, parfois dans l'année même (ARNOLD, 1999; et nos propres observations dans le jardin anglais à Munich).

Il faut aussi citer des colonisations de bâtiments en forêt par la pipistrelle de Nathusius. A côté des murins de Brandt et des noctules de Leisler, on nous rapporte régulièrement des découvertes de pipistrelles de Nathusius en miradors de chasse ou en cabanes forestières dans la forêt ou en lisière. Dans ces installations, les gîtes en forme de fente sont souvent occupés dans la mi-saison du printemps ou fin d'été-automne. Ce phénomène est observé autant en région de mise bas (p. ex. HEISE, 1982a), qu'en région de passage et d'hivernage (p. ex. dans les forêts domaniales de Bad-Driburg en Westphalie du nord ou d'Oberfranken en Bavière, HÜBNER & PAPADOPOULOS, 1998; dans la plaine de l'Isar au nord de Munich, Bautsch, 1996-1998, comm. pers.); Wooster-Teerofen en Mecklembourg-Poméranie Occidentale, Schorch *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

La pipistrelle de Nathusius exerce une certaine concurrence vis-à-vis d'autres espèces de chauves-souris et elle peut apparemment pousser des pipistrelles communes ou des oreillard roux à quitter des nichoirs (HEISE, 1983b; HEISE & SCHMIDT, 1988; IFFERT *et al.*, 1989; LABES, 1989a; SCHMIDT, 1994a, 1994b). Mais elle peut subir un même traitement de la part de la noctule commune et de la noctule de Leisler, ainsi que de la sérotine commune (EICHSTÄDT, 1995; HEISE, 1985a; SCHMIDT, 1988a). Il arrive d'autre part qu'elle s'associe avec des pipistrelles communes (NAGEL & NAGEL, 1993; WISSING, 1996a), le murin de Brandt (HEISE, 1983a), la sérotine commune (HEISE, 1983b) et la noctule commune (HEISE, 1983b; SCHOLZ, 1995). On ne connaît absolument pas les mécanismes qui poussent parfois à l'expulsion par exemple des pipistrelles communes, et permettent une autre fois la coexistence.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

La pipistrelle de Nathusius est dans l'ensemble l'espèce qui a été le plus souvent constatée après le murin de Daubenton et la noctule commune, et au même niveau

que la noctule de Leisler (voir Tableau 34, chapitre 3.5.5). On l'a trouvée dans plus de la moitié des forêts. Cette abondance tient au fait qu'on la trouve dans les sept forêts alluviales étudiées (voir Tableau 31, chapitre 3.5.2).

Terrains de chasse

Des études par radio-pistage de l'exploitation de l'habitat et des gîtes dans deux forêts allemandes en 1997 ont apporté des informations importantes par rapport à l'utilisation des biotopes par cette espèce dans les régions de mise bas d'une part, et dans les régions de passage et d'hivernage d'autre part. L'exploitation des ressources par la pipistrelle de Nathusius a été étudiée sur cinq femelles dans la région de Wooster-Teerofen (Parc naturel des Landes de Nossentiner/Schwinzer dans le Mecklembourg-Poméranie occidentale; voir aussi Schorcht *et al.* in MESCHEDE *et al.*, 2002). Quatre animaux (trois mâles et une femelle) ont été suivis par télémétrie en six phases dans les plaines rhénanes du nord badois (voir aussi Arnold & Braun in MESCHEDE *et al.*, 2002; ARNOLD, 1999). Dans les deux aires d'étude les exigences par rapport à l'habitat étaient comparables : dans les deux cas les animaux survolaient plus de 6 km entre leur gîte diurne et leurs terrains de chasse. Ils chassaient non seulement sur des zones humides en forêt, mais aussi le long de structures en dehors de la forêt telles que des haies ou des lisières forestières. Dans les deux cas les rives de lacs avec leurs zones à roseaux en phase de comblement étaient régulièrement visitées.

Wooster-Teerofen (aire d'étude n°2)

Terrains de chasse dans les régions de mise bas (août 1997; ordre non significatif) :

- pinède claire âgée (environ 120-140 ans);
- zone de comblement d'un lac avec une végétation de tourbière et mucinale avec des zones à roseaux claires;
- lac comblé avec une mégaphorbiaie à *Carex riparia* d'environ 10 ha;
- rive à aulnes et forêt hydromorphe à bouleaux-aulnes avec zone à saule cendré en rive;
- forêt hydromorphe à aulnes et bouleaux;
- jeune futaie de pin (environ 50 ans) avec un sous-étage hêtre et une strate arbustive chêne-bouleau;
- futaie «cathédrale» hêtre sans sous-étage (environ 80 ans);
- plantation d'aulne glutineux (environ 25 ans);
- pacage extensif et pâture avec alignement de peupliers en bordure de lac.

Le rayon d'action de deux femelles a été estimé à près de 12 km² pour l'une et presque 22 km² pour l'autre. Les cinq animaux suivis visitaient principalement une surface de près de 21,5 km². On estime l'espace d'activité pour une colonie à 80 km² en tenant compte d'un rayon d'action d'environ 5 km. Les terrains de chasse sont localisés surtout au-dessus de stations humides telles que des dépressions avec des petits cours d'eau permanents, des rives de lacs ou des marécages. On observe la chasse à l'intérieur des forêts prioritairement en forêt feuillue.

Les résultats de cette étude, les terrains de chasse et des exigences en gîte sont décrits par Schorcht *et al.* (in MESCHEDE *et al.*, 2002).

Plaines rhénanes du nord badois (aire d'étude n°16, descriptif au chapitre 3.5.2)

Terrains de chasse dans la région de passage et d'hivernage (juin à septembre 1997) :

- limite eau-forêt, biotopes humides à aquatiques en forêt, par exemple bras «morts» du Rhin;
- les zones aquatiques elles-mêmes, surtout eaux calmes;
- terrains ouverts;
- zones urbanisées.

Les terrains de chasse visités individuellement dans les plaines rhénanes du nord badois étaient avec 7,5 ha de taille plutôt réduite (Arnold & Braun in MESCHEDE *et al.*, 2002). Le rayon d'action d'un animal s'étendait sur des distances allant jusqu'à 6,5 km du gîte.

Les zones aquatiques étaient fortement fréquentées (environ un tiers du temps d'observation).

Gîtes

Depuis 1984, Schorcht *et al.* (in MESCHEDE *et al.*, 2002) observent les populations de chauves-souris de l'aire d'étude de Wooster-Teerofen dans des gîtes naturels et artificiels. Sur 109 arbres-gîtes naturels occupés par des chauves-souris sur 400 ha de forêt, la pipistrelle de Nathusius en occupait 20. L'espèce a adopté en plus 198 nichoirs sur 280, et quatre planches à chauve-souris attachées à des bâtiments ou des miradors de chasse. Les arbres-gîtes étaient de six essences (pin, aulne, bouleau, hêtre, châtaignier, chêne). Les groupes importants occupaient exclusivement des chênes. On note une grande diversité en types de gîtes : des trous de pics, des troncs ou branches creux, des éclats de troncs ou branches, des fentes entre tronc et écorce. Les gîtes se situaient plus souvent que la moyenne dans des arbres morts ou mourants, et surtout en bordure de peuplement. Un gîte dans un chêne a été utilisé 12 années sur 15 d'observation, un autre, 7 années sur 15. D'autres gîtes n'étaient pas

toujours occupés que par des pipistrelles de Nathusius, mais aussi par d'autres espèces telles que le murin de Daubenton, le murin de Natterer et la noctule commune. La pipistrelle de Nathusius est capable de coloniser des gîtes récents en pionnier, mais aussi de rester fidèle pendant longtemps aux gîtes adaptés et sûrs. La fidélité d'une année à l'autre est grande, non seulement envers des territoires mais aussi envers des gîtes.

La télémétrie dans les Plaines rhénanes (Arnold & Braun *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) a permis de découvrir des gîtes naturels dans cinq essences d'arbres différents: frêne (dans une fourche), robinier (dans une fente en dessous de la fourche du tronc), chêne (dépérissant avec des branches mortes et de l'écorce en train de se décoller), saule (trou de pic et fentes verticales), peuplier (mort, avec des trous de pic). On a pu constater la même fidélité par rapport au gîte qu'à Wooster-Teerofen. Les gîtes décrits dans l'aire d'étude ont aussi servi de gîtes de rut et d'accouplement en août et septembre. A Hartheim, dans les plaines rhénanes du sud badois, l'écorce écartée d'un robinier servait probablement aussi de gîte d'accouplement (Kretzschmar, rapport du projet 1996).

Marquages, recaptures, recaptures à longue distance et dynamique de migration

Deux questions ont été abordées dans le cadre du projet. D'une part dans quelle mesure les pipistrelles de Nathusius retrouvent les mêmes territoires lors de leurs migrations saisonnières, et donc avec quelle fidélité elles maintiennent leurs routes. D'autre part quel est le lien de l'espèce avec l'espace forestier, en particulier au moment de la migration. A l'époque du projet (entre décembre 1995 et décembre 1998) environ 6100 pipistrelles de Nathusius ont été baguées en Allemagne, dont 1400 dans le cadre du projet (Tableau 16). Treize recaptures à longue distance ont été effectuées, dont 6 sont listées dans le Tableau 17. Les détails sur les 7 autres redécouvertes seront prochainement publiés par Schmidt & Haensel.

Indépendamment de ce projet et dans le cadre d'autres recherches importantes, des pipistrelles de Nathusius ont été baguées dans la région de Dresde, près de Beeskow, à Berlin, en Saxe-Anhalt et en Mecklembourg-Poméranie occidentale.

Certaines recaptures (Tableau 17) confirment la direction nord-est/sud-ouest déduite grossièrement en partant des reprises antérieures. Il faut toutefois citer la découverte d'une femelle (H 118 625), qui a dû traverser les Alpes pour l'hivernage: elle a été retrouvée dans le nord de l'Italie six mois après son marquage au bord du Rhin.

Le baguage durant ces dernières années dans les régions de passage a montré par ailleurs la grande fidélité de nombreux individus à leurs routes de migration. Le phénomène de la fidélité des individus aux régions de mise bas, au moins pour les femelles, était connu depuis les

études de SCHMIDT (1984) et HEISE (1982a) et a pu être confirmé par RACHWALD (1992) pour la Pologne. Mais c'est seulement grâce aux activités de baguage dans le cadre de ce projet à des endroits en Allemagne qui comptent parmi les régions de passages et d'hivernage, que la fidélité relative d'individus particuliers a pu être confirmée. Toutefois les mâles se comportent différemment des femelles. Dans toutes les régions de baguage, les mâles sont retrouvés en nombre plus élevé que les femelles (voir Tableau 18). Soit parce qu'elles choisissent des routes de migration avec moins de fidélité ou sont plus vagabondes, soit parce qu'elles continuent leurs migrations plus vite, et sont ainsi retrouvées avec une probabilité moindre lors des contrôles sporadiques de nichoirs (KRETZSCHMAR, en préparation). C'est dans ce contexte qu'il faut comprendre les recaptures aux différents points de baguage et de contrôle en Allemagne lors de la durée de ce projet.

Des recaptures régulières dans les régions de baguage sur le Rhin ont été possibles aussi bien dans la même phase de migration qu'entre deux phases, donc entre printemps et automne et automne et printemps. Même si ce résultat dépend surtout de la fréquence des contrôles, il indique tout de même une grande fidélité territoriale des individus. Lors de ces semaines d'avril/mai et août/septembre, les forêts alluviales le long des moyens et grands cours d'eau allemands occupent une fonction importante comme région de pause pour les pipistrelles de Nathusius. Ce constat est confirmé par le fait que l'on trouve peu ou pas de pipistrelles de Nathusius dans les forêts éloignées de 4-10 km des fleuves (ARNOLD, 1999). On a pu observer ce phénomène dans la période du projet autant sur le Rhin dans le badois du sud et du nord, que sur l'Isar au nord de Munich (Kretzschmar, Bautsch, 1999, comm. pers.). L'importance de la constance d'utilisation de ces territoires de repos devient évidente pour les redécouvertes qui peuvent être faites entre le printemps et l'automne, entre l'automne et le printemps, et aussi entre les phases de migration espacées d'un an. On retrouve des animaux isolés deux ou trois ans après leur baguage, souvent dans le même nichoir. Les données ne fournissent pas encore un matériel suffisant pour des analyses détaillées, en particulier pour connaître les différences de comportements migratoires des mâles et des femelles (vitesse de migration). Kretzschmar (en préparation) a mené des réflexions dans ce sens pour la région de transit dans les plaines rhénanes du sud badois: suite à des observations récentes du printemps 1999, il suppose que les femelles repartent, après un séjour de quelques jours seulement, aussi vite que possible pour rejoindre les régions de mise bas au nord et nord-est, tandis que les mâles tardent dans les régions de passage. Ceci pourrait expliquer pourquoi le taux de redécouverte est si faible pour les femelles dans les régions de pause où l'on en bague toujours nettement plus. Il semble aussi intéressant que l'on ne trouve pratiquement aucune pipistrelle de

Tableau 16 : Bagueage de pipistrelles de Nathusius dans le cadre du projet 1996-1998.
 GR = gîte de reproduction ; GH = gîte d’hibernation ; GI = gîte intermédiaire.

Lieu/dénomination/année (voir Fig. 3) aire d'étude (voir Fig. 1)	Type de région	Opérateur	Mâles	Femelles	Total	Observations
2 forêt de Ventschow et forêts région Schwerin (MV) 1996/97 aire d'étude n°1	GR	S. Labes <i>et al.</i>	119	614	733	Bagueage dans certains projets depuis de nombreuses années ; poursuite du bagueage prévue après fin du projet
4 district de l'Altmark, Jederitzer Holz (ST) 1997/98 aire d'étude n°5	GI, GR	B. & L. Ohlendorf	40	10	50	Poursuite du bagueage prévue après fin du projet
16 plaines rhénanes près Lampertheim (HE) 1997/98	GI	D. Bernd G. Eppler	53	78	131	Poursuite du bagueage prévue après fin du projet
18 plaines rhénanes nord badoises (BW) 1996-98 aire d'étude n°16	GI, GH	A. Arnold	108	175	283	Poursuite du bagueage prévue après fin du projet
20 Munich et environs (BY) 1996-99	GH	A. Meschede	12	3	15	Pas de poursuite du bagueage prévue après fin du projet
21 plaines de l'Isar env. 20 km nord de Munich (BY) 1996-99 aire d'étude n°27	GI, GH	A. Bautsch <i>et al.</i>	27	22	49	Pas de poursuite du bagueage prévue après fin du projet
23 région Jever/Friesland (NI) 1996-98	GR	C. Dense	12	12	24	Poursuite du bagueage prévue après fin du projet
24 plaines rhénanes sud badoises (BW) 1996-98 aire d'étude n° 25	GI, GH	F. Kretschmar	83	137	220	Poursuite du bagueage prévue après fin du projet
total			454	1051	1505	

Nathusius dans la région de Lampertheim au printemps, et qu'on en trouve un grand nombre en automne au même endroit (Bernd, comm. pers. 1999).

Le taux de recapture dans les régions de repos de la pipistrelle de Nathusius est, en comparaison avec la noctule commune, plus faible. Une explication peut être le regroupement moindre des animaux dans les gîtes d'hibernation. La noctule commune, espèce sociale, hiberne dans de grandes colonies, mais elle est aussi plus visible et plus facile à trouver en grand nombre par ses attitudes de rut nettement audibles. La pipistrelle de Nathusius ne prend ses gîtes d'hibernation qu'en petits groupes ou seule. Jusqu'alors on n'a jamais trouvé plus de 20 animaux regroupés en hiver. Les cris de rut, bien qu'audibles, sont plus discrets que ceux de la noctule commune, et contrairement à cette dernière se font en vol.

L'importance du milieu forestier pour la pipistrelle de Nathusius

D'après les connaissances dont nous disposons on peut classer la pipistrelle de Nathusius, autant en ce qui concerne la période estivale que pendant les périodes de migration, comme un chiroptère à préférence nette pour le milieu forestier. En premier lieu pour une question de choix de gîte, mais aussi parce que la pipistrelle de Nathusius a une forte préférence pour la chasse dans des biotopes humides et riches en eau liés à la forêt, qui constitue ainsi l'habitat de chasse le plus important. La proximité de la forêt, voire la situation des territoires de chasse dans la forêt, a des avantages : la proximité du gîte, la protection contre le (mauvais) temps et les prédateurs est mieux assurée que dans un paysage ouvert (prairies humides par exemple). La plus grande partie du temps actif de la pipistrelle de Nathusius

Tableau 17: Reprises à longue distance de pipistrelles de Nathusius lors du projet.

sexe/âge bague-Nr.	Date du bague	Lieu du baguage	Opérateur	Date de redécouverte	Lieu de redécouverte / découvreur	Conditions de redécouverte	Distance Durée Direction
♂ H 100 465	3.9.1988	Rotterdam (Pays Bas) <i>Nichoir</i>	P.H.C. Lina	10.9.1996	Potsdam (BB) C. Kuthe	Pas de données	586 km 8 ans, 7 jours ↖E
♂ H 108 291	27.8.1994	Wieringmeer/Noord (Pays Bas) Robbenoord Bos	P.H.C. Lina	1.8.1996	Gräbendorf/Dahme Spreewald (BB)	Pas de données	592 km 1 an, 26 jours ↘ESE
♀ juvénile C 09506	23.7.1997	Waren-Ecktannen (MV) 12°41'E 53°29'N	W. Oldenburg	23.8.1997	Mainhausen, OT Zellhausen (région Francfort sur le Main) 08°59'E 50°02'N	Pas de données	460 km 31 jours ↗SSO
♂ H 117 398	28.8.1997	Rheinwald près Breisach (BW) <i>Nichoir</i>	F. Kretzschmar	6.9.1998	Ferch-Flottstelle près Potsdam (BB) C. Kuthe	Lors de contrôle d'un nichoir	env. 600 km 1 an, 9 jours ↗NE
♂ H 118 625	6.9.1998	SO en bordure de commune Lampertheim (HE) <i>Nichoir</i>	D. Bernd	5.3.1999	La Rocca of Cocqueo-Trevisago; Varese (Italie du nord) L. Fornasare (Université de Milan)	Découverte sur un paillason, libérée après soins en nichoir	env. 430 km 5 mois., 24 jours ↘S
♀ adulte C 13403	10.9.1998	Lubachau près Bautzen (SN) 14°25'E 51°13'N	A. Hochrein	18.11.1998	Freising-Lerchenfeld (BY) A. Bautsch 11°45'E 48°23'N	Capturée par un chat, indemne, décès qq. jours après récupération	369 km 69 jours ↗SSO

Tableau 18 : Reprises de pipistrelles de Nathusius au lieu du marquage lors des phases de migration.
Les recaptures multiples lors de la même phase de migration n'ont pas été retenues.

Aire d'étude Opérateur	Nombre d'animaux bagués Année de baguage	Recaptures (total)		Recaptures (♂)		Recaptures (♀)	
		n	%	n	%	n	%
Plaines rhénanes de Hesse près de Lampertheim, Heppenheim (HE) D. Bernd / G. Eppler	131 (53 ♂, 78 femelles) 1996-1998 Contrôles annuels en août/ septembre	23	17,6	21	39	2	2,5
Plaines rhénanes badoises (BW) aire du projet 16 A. Arnold	282 (108 ♂, 174 ♀) 1996 - hiver 98/99	41	14,5	36	33,3	5	2,9
Plaines rhénanes sud badoises (BW) aire du projet 25 F. Kretzschmar	220 (83 ♂, 137 ♀) 1996 - printemps 1999	13	5,9	11	5	1	0,5
Plaines de l'Isar au nord de Munich (BY) aire du projet 27 A. Bautsch	49 (27 ♂, 22 ♀) 1996 - printemps 1999	6	12,3	6	22,2	0	0

se passe en forêt, et même lors de la phase inactive, il y a probablement un pourcentage d'individus plus élevé que supposé jusqu'alors qui occupe des cavités d'arbres pour hiberner. La pipistrelle de Nathusius occupe surtout des forêts de plaines. Dans certaines régions elle représente même par moments l'espèce de chauve-souris la plus abondante, ainsi dans les régions de reproduction en Mecklembourg-Poméranie occidentale et en Brandebourg, ou plus loin à l'est en Lituanie (MASING *et al.*, 1997). Les résultats du projet mettent en évidence une affinité marquée pour des forêts proches de l'eau. Lors des migrations ce sont les forêts alluviales qui mettent à sa disposition sur un petit espace les ressources indispensables du gîte et de l'alimentation.

La gestion forestière des biotopes de cette espèce de chauve-souris doit être menée d'une façon différenciée

Bien que dans les régions de mise bas dominant aujourd'hui des types forestiers à dominance résineux, les régions de transit de long des fleuves se trouvent dans la zone des anciennes forêts alluviales riches en feuillus. Dans les régions de mise bas il semble surtout important que l'on assure la présence d'un nombre suffisant de gîtes. Il faut mettre à disposition des gîtes en fentes étroites mais suffisamment grands pour donner place à plus de 100 animaux. On peut proposer par exemple des arbres blessés (même jeunes) dont l'écorce est écartée. Des coupes d'éclaircie avec retenue, qui maintiennent occasionnellement des arbres minces vont dans ce sens (voir aussi Schorcht *et al.* in MESCHEDE *et al.*, 2002 ; SCHMIDT, 1991b, 1994c ; HEISE, 1982a). En référence

à Schorcht *et al.* (in MESCHEDE *et al.*, 2002) nous pourrions résumer les objectifs suivants pour l'amélioration de la situation des gîtes dans les régions de mise bas de la pipistrelle de Nathusius :

- maintenir de gros arbres morts, ainsi que quelques arbres vivant au-delà de leur maturité jusqu'à leur dépérissement naturel ;
- favoriser des arbres solitaires dans des peuplements résineux, en particulier des chênes, par l'enlèvement systématique des concurrents ;
- éviter des dérangements directs de la région du gîte : pas d'exploitation de bois en saison de reproduction (mai à août).

Les exigences envers la structure des gîtes dans les régions de passage et d'hibernation ne se distinguent pas fondamentalement de celles des régions d'été. Souvent des gîtes de petit volume suffisent dans les régions de passage, où la pipistrelle de Nathusius ne forme que de petits groupes. Les comportements de rut et d'accouplement n'ont pas encore été étudiés assez intensément chez la pipistrelle de Nathusius, mais il est possible qu'ils ressemblent à ceux de la noctule commune. Dans ce cas une grande proximité de plusieurs gîtes serait indispensable pour le contact social lors des activités de rut et les accouplements, qui ont probablement lieu en grande partie dans les régions de passage. Le maintien de toute forme de gîte naturel a donc ici la plus haute priorité. L'exploitation forestière dans les mois d'hiver (octobre à mars) représente dans ces régions un danger potentiel et devrait par conséquent être évitée autant que possible.

Les études par télémétrie ont démontré autant pour les régions de mise bas que pour les régions de passage et d'hibernation, que la pipistrelle de Nathusius préfère des biotopes humides tels que des zones de comblement en bordure d'étang, des zones de roseaux, bras morts fluviaux, etc., pour la chasse. La proximité de tels biotopes aquatiques et des forêts a donc de toute évidence une grande importance. Un rôle déterminant revient par conséquent au maintien des zones humides dans ou à proximité des forêts. La fermeture et la suppression des canaux de drainage ou d'autres équipements d'assèchement peuvent servir cette cause. L'emploi de pesticides devrait être exclu sur de telles parcelles d'une haute sensibilité écologique.

3.1.9 L'oreillard roux (*Plecotus auritus* [Linnaeus, 1758])

Indications générales

On rencontre l'oreillard roux dans des milieux boisés de toute l'Allemagne. Il partage beaucoup de points communs avec le murin de Bechstein, de l'aspect morphologique, avec de grandes oreilles et de larges ailes qui favorisent certaines stratégies de chasse (voir plus loin), jusqu'à la colonisation rapide de gîtes artificiels adaptés. De même la taille des colonies se situe pour l'oreillard roux comme pour le murin de Bechstein entre dix et cinquante individus, et les gîtes de mise bas comptent rarement plus de cent animaux. Contrairement au murin de Bechstein, on trouve cette espèce couramment dans les toitures d'églises et de granges. D'après les connaissances actuelles, l'oreillard roux évite les régions pauvres en forêt et peuple les zones de moyennes montagnes, au moins autant que les plaines. Les gîtes de mise bas les plus en altitude ont été repérés à 2300 m (SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998). L'oreillard roux élève régulièrement ses jeunes à des altitudes comprises entre 1200 et 1920 m, ce qui permet de déduire pour cette espèce une exploitation optimale des étages montagnards à subalpins (Beck *et al.* in HAUSSER, 1995). Le gîte de mise bas le plus élevé pour l'Allemagne a été mentionné par FISCHER (1982) à 840 m dans la région de Schwarza-Sormitz en Thuringe. Des contrôles systématiques de chalets alpins et des captures au filet en entrée de grotte à des altitudes jusqu'au dessus de 1700 m permettent régulièrement d'identifier des individus isolés en zone montagnarde (HOLZHAIDER, 1998 ; Rudolph & Meschede, non publié).

KULZER (1989) a classé l'oreillard roux comme la chauve-souris forestière la plus commune en Bavière et Bade-Wurtemberg, et il y a déjà presque quarante ans HENZE (1963) déclarait : «La chauve-souris forestière la plus abondante, la plus utile, et aux ailes les plus larges, qui

installe ses gîtes de mise bas et séjourne en peuplements de toutes essences sans distinction, c'est l'oreillard roux. Il représente environ 70 % des chauves-souris forestières». On le trouve effectivement souvent en forêt, et surtout parce qu'il colonise rapidement et avec succès des gîtes artificiels, ce qui le rend plus facilement détectable que d'autres espèces. En Irlande, pays pauvre en forêt, HOWARD (1995) classe cette espèce comme chasseur sur prairie primaire.

L'oreillard roux, de taille moyenne, peut atteindre un âge important, le record connu étant de 30 ans (LEHMANN *et al.*, 1992). Cette espèce a donc besoin d'espaces vitaux pérennes.

Il y a déjà cent ans, l'utilité de l'oreillard roux pour la destruction biologique des insectes nuisibles était reconnue comme exemple parmi toutes les chauves-souris. Citons KRASS & LANDOIS (1895) : «Puisque les chauves-souris à longues oreilles, comme toutes les autres, dévorent beaucoup d'insectes nuisibles, en une heure certainement plus de cent, nous devons les compter parmi les animaux utiles». Il n'est pas possible de contrôler, du moins en liberté, si l'oreillard roux mange réellement cent proies par heure, mais on peut retenir la connaissance ancienne de l'utilité des chauves-souris. Il est utile de rappeler que cette notion de distinction entre animaux utiles et nuisibles trouve son origine dans une pure pensée scientifique.

Depuis 50 ans, l'oreillard roux fait l'objet de recherches grâce au baguage. Contrairement à d'autres espèces, il n'a jamais été bagué en grand nombre. A l'ouest il ne représente que 5 % des baguages, dont plus de la moitié sont des captures en gîtes artificiels posés en forêt (Kiefer & Hutterer in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). 8500 oreillards roux représentent un peu plus de 7 % de toutes les chauves-souris baguées à l'est entre 1960 et 1995 (ZÖPHEL, 1998).

Le Tableau 19 présente les résultats des découvertes en forêt de l'oreillard roux.

Ecologie trophique et comportement de chasse

Deux études de télémétrie ont été menées en Allemagne sur l'oreillard roux : en forêt de Lenneberg dans la région de Mayence (FUHRMANN, 1991), et dans la région de Prenzlau dans le nord du Brandebourg (EICHSTÄDT, 1995). Simultanément d'autres études ont été menées dans les plaines rhénanes du nord badois (ARNOLD, 1999). Toutes les recherches mettent en évidence une proximité entre le territoire de chasse et le gîte diurne : selon FUHRMANN (1991) cette distance est souvent inférieure à 1,5 km, selon ARNOLD (1999) et EICHSTÄDT (1995), elle est seulement de quelques centaines de mètres. FUHRMANN (1991) a toutefois constaté des différences entre la période de lactation et celle suivant le sevrage, et il conclue sur l'ab-

Tableau 19: Observations de l'oreillard roux dans les forêts en Allemagne (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bade-Wurtemberg	NAGEL, A. & R. NAGEL (1993) Ansiedlung von Fledermäusen mit Fledermauskästen. <i>Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.</i> 75: 113-131.	Août '86 - '92: 98-128 ind./an., aussi GR connus (groupes de 10-20 ind.) <i>Nichoirs-Strobel ronds et plats</i>	Weil der Stadt	Vieilles forêts résineuses mélangées claires, (hêtres-chênes-sapins avec épicéas et pins), sous-étage relativement fourni Les oreillards sont des occupants typiques de forêts résineuses
Bade-Wurtemberg	ZIEGLER, K. (1983) Sommerquartiere für Waldfledermäuse. <i>AFZ</i> 12: 295.	9.09.82: total 9 animaux dans 3 nichoirs <i>Nichoirs en bois à chauves-souris</i>	Forêt-Noire du nord, sans indications précises du lieu	Massif avec 60 % d'épicéa, 30 % de sapin, 10 % de hêtre Nichoirs installés en lisières ensoleillées de futaies
Bavière	LUGER, F. (1977) Untersuchungen über die Lebensweise und Umweltbeziehungen der Fledermäuse im Geisenfelder Forst. Unveröffentl. Diplomarbeit, Inst. für angewandte Zoologie, Univ. München.	Été 1976: • total 10 animaux • total 16 ind., probablement 1 GR • total 22 ind., probablement 1 GR • total 14 animaux (GR?) <i>Nichoirs à pignon bavarois et à voûte de Thuringe</i>	Kelheim/Niederbayern • Speck • Salzschlag • Schöngraben • Mitter Bachel	• Futaie pleine de pin (80%) - épicéa (20%), sous-étage à densité diverse d'épicéa et feuillus, en partie nord très fermée par sous-étage feuillu • Futaie pin-épicéa homogène avec sous-étage épicéa, très fermée • Futaie pleine de pin et épicéa et faible part de feuillus avec des zones de perchis épicéa-pin. Groupes de régénération naturelle feuillue sur toute la surface • Au nord futaie pin-épicéa avec sous-étage épicéa dense, groupes isolés de feuillus, au sud futaie de pin avec sous-étage feuillus
	SCHWENKE, O. (1988b) <i>Myotis</i> 26: 145-152.	1982-1987: contrôles en sept.: total 1439 animaux constatés (sans indications sur GR , animaux isolés, etc.)	Geisenfelder Forst SE Ingolstadt	95 % pinède avec mélange avec 10-20 % épicéa et feuillus en mélange sur des sables tertiaires

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bavière	LEITL, R. (1995) Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet der Mittleren Oberpfalz. Unveröff. Diplomarbeit der Forstwiss. Fakultät der Univ. München.	Contrôles été 93/94 : <ul style="list-style-type: none"> total 1 GR avec 8 ind. ainsi que 6 animaux isolés total 8 GR avec 8-15 ind. ainsi que 14 ind. isolés ou groupes sans progéniture. <i>Nichoirs à chauves-souris, nichoirs à volute pointue et nichoirs courts à pignon bavarois</i>	Schnaittenbacher Forst près Amberg/Haut Palatinat <ul style="list-style-type: none"> Forstlohe Montagnes du Naab 	<ul style="list-style-type: none"> Vieux pins, souvent grands peuplements purs. Epicéa en mélange ou en régénération naturelle en sous-étage. Parts feuillues < 5 %; généralement strate herbacée souvent fougères aigles étendues, sans plan d'eau Caractère montagnard, pin 38 %, épicea 40 %, mélèze 10 %, hêtre 7 %. Patchwork de petits peuplements Impression générale : nichoirs souvent en zones forestières riches en arbustes avec parts feuillues plus élevées. GR en pinèdes claires, peuplements feuillus riches en arbustes et perchis d'épicéa
Brandebourg	HEISE, G. & A. SCHMIDT (1988) <i>Nyctalus</i> 5: 445-465.	<ul style="list-style-type: none"> 1975-1985: 3 groupes différents de GR 1980-86: 4 groupes différents de GR <i>Nichoirs</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kleine Heide, 4 km SO Prenzlau Forêt de Sauern 	<ul style="list-style-type: none"> 2 régions à nichoirs (1+2) pinèdes (50 à 60 ans), en partie sous-étage hêtre, mais aussi chêne, sorbier et d'autres feuillus, en absence de sous-bois ronces vivaces. Région à nichoirs 3 en pinède (62 ans) avec sous-étage hêtre de 22 ans, mélangée avec épicea Forêts mélangées à plusieurs étages pin dominant, sous-étage planté avec hêtre (perchis), mais aussi de grands espaces avec des espèces différentes de sapins
Brandebourg	KUTHE, C. & R. IBISCH (1989) Erfahrungen und Ergebnisse der Arbeit mit Fledermauskästen. Populationsökologie v. Fledermäuse. <i>Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 20: 263-275.	1981 : 1 GR avec 12 ind. 1982 : 3 GR avec 3, 5 et 8 ind. 1983 : 2 GR avec 3 et 5 ind. 1984 : 1 GR avec 8 ind.	District Stahnsdorf, SO Kirchhof près Potsdam	Ancien cimetière avec peuplement de pin, sous-étage riche avec des ifs, thuyas, rhododendrons et arbustes à haies
Brandebourg	SCHMIDT, A. (1990) <i>Nyctalus</i> 3: 177-207.	<p>Au moins 2 groupes d'accouplements par an en plus</p> <p>Surtout en <i>nichoirs</i> Stratmann</p>	Région Beeskow	
		<ul style="list-style-type: none"> 3 groupes GR depuis 1985: GR avec 8-11 femelles 1986: GR avec 13 femelles <i>Nichoirs</i>	<ul style="list-style-type: none"> district Kirschweg district Dollin district Grenzgestell 	<ul style="list-style-type: none"> Forêt mélangée riche en espèces, irrégulière et productive, sous-étage avec robinier, plantation sous abris hêtre Jeune futaie pin (env. 55 ans). Végétation au sol: canche, myrtille, fougère aigle Peuplement avec plantation sous abris de diverses essences de sapin

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Hesse	SCHWARTING, H. (1994a) Erfahrungen mit Fledermauskästen in einer hessischen Region. Die Fledermäuse Hessens. Verlag Manfred Hennecke: 159-166.	7.4.82 : 15 ind. 17.6.84 : 12 ind. 11.7.86 : 2 GR avec 15 et 5 ind. 3.5.91 : 10 ind. 13.7.91 : 12 ind. <i>Nichoirs béton-bois (Schwegler 2FN)</i>	Forêt communale Hainburg	Ilots vieilles pinèdes, tous les GR au coeur ombragée de la forêt Impression générale : préférence pour les nichoirs en jeunes pinèdes et hêtraies limitrophes
Mecklenbourg-Poméranie occidentale	LABES, R. (1989a) Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Schwerin-Land, Mecklenburg. Populationsökologie v. Fledermäuse. <i>Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 20: 293-300.	1983-1986 : 7 des massifs à nichoirs sur 12 sont occupés. Aussi GR (sans indications sur le nombre d'individus) <i>En nichoirs-FSI</i>	<ul style="list-style-type: none"> réserve naturelle tourbière de Grambowen Hasenhäge 	12 différents massifs à nichoirs, surtout hêtraies Exceptions : <ul style="list-style-type: none"> tourbière boisée pin-bouleau vieille plantation régulière épicéa-pin.
Mecklenbourg-Poméranie occidentale	IFFERT, D. <i>et al.</i> (1989) Kastenbesatz durch Fledermäuse in Abhängigkeit zur Waldstruktur im Forstrevier Hahnenhorst. Populationsökologie v. Fledermäuse. <i>Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 20: 277-289.	1984-1988 : Répartition des animaux sur les différents peuplements dans la forêt (voir dernière colonne) <ul style="list-style-type: none"> total 63 animaux (260 nichoirs contrôlés) total 2 animaux (128 nichoirs contrôlés) total 1 animal (345 nichoirs contrôlés) <i>Constats en nichoirs-FSI et Ibisch</i>	Massif Hahnenhorst; Wooster-Teerofen	Le pin est l'essence dominante, hêtre en régénération naturelle <ul style="list-style-type: none"> Peuplements à partir de perchis Zones de perturbations (zones urbanisées, lignes électriques et de gaz, routes) Coupes-rases, plantations, fourrés Impression générale : préférence pour les nichoirs dans le peuplement
Rhénanie-Palatinat	FUHRMANN, M. (1992) Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz. Schwerpunktprogramm 1.1: Fledermausarten der Rheinauen.	30.4.90 : GR avec 8 animaux et animaux isolés 15.9.90 : seulement animaux isolés 12.5.91 : 2 GR avec 5 et > 9 animaux et animaux isolés 14.8.91 : 4 femelles, probablement restes d'un GR 15.10.91 : seulement animaux isolés 14.9.90 : total 38 animaux dans 7 nichoirs 10.5.91 : 2 GR avec > 7 et > 11 animaux 15.8.91 : total 8 animaux dans 3 nichoirs 19.10.91 : total 17 animaux dans 5 nichoirs	<ul style="list-style-type: none"> Forêt d'Oppenheim Plaines rhénanes de Hördt 	Forêt alluviale rhénane riche en feuillus Impression générale : préférence générale pour les nichoirs au centre des peuplements

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Thuringe	TRESS, C. <i>et al.</i> (1994) Fledermäuse in Thüringen. <i>Naturschutzreport</i> 8.	31 % de toutes les découvertes d'été en nichoirs, 1 % en cavités d'arbres, 59 % en bâtiments	Sans indications de lieux de découverte	Impression générale : GR de préférence en altitude à 300 m et plus Gîte le plus souvent en vallées forestières des moyennes montagnes GR le plus en altitude : 840 m dans la région de Schwarzsa-Sormitz
Thuringe	WEIDNER, H. (1995) Die Nutzung von Fledermauskästen im ersten Jahr nach ihrer Aufhängung. <i>Landchaftspflege und Naturschutz in Thüringen</i> 32 (3) : 76-79.	<i>Découvertes en nichoirs et cavités d'arbres</i> 1994 : GR avec 17 ad. + 5 juv.		Biotope marqué par épicea, pin et qq. bouleaux, prairie abandonnée limitrophe avec régénération pin-bouleau
Thuringe	MAINER, W. (1995) <i>Nyctalus</i> 5(6) : 585-589.	<i>Nichoirs béton-bois</i> 1985-1988 : 1-2 GR avec max. 16 ind. En plus découvertes de plusieurs animaux isolés, ainsi que des groupes de jeunes après septembre	District Dänkritz	Epicea ou pin avec qq. bouleaux, riche sous-étage avec strate arbustive développée

sence de prédiction possible concernant l'emplacement des terrains de chasse et la durée de l'activité nocturne. ENTWHISTLE *et al.* (1996), lors de recherches par télémétrie en Ecosse, ont eux en revanche observé une grande fidélité des oreillards roux à leurs territoires de chasse. Ils en déduisent que l'espèce est probablement adaptable dans son comportement alimentaire. Presque tous les animaux étudiés en forêt de Lenneberg passaient la majorité de leur temps de chasse dans une pinède claire pauvre en sous-étage feuillu, présentant une structure de type « savane ». Le temps de chasse se répartissait ainsi : 55 % en forêt claire avec une distance entre les végétaux de plus de deux mètres, un tiers environ en forêt dense (distance entre végétaux moins de deux mètres), et à peine 16 % hors forêt, le long de lisières, dans des espaces verts arbustifs bordant des lignes de chemin de fer et des routes. Occasionnellement les animaux ont aussi été rencontrés dans des vergers, cimetières et jardins. Les aires d'activité totales des huit femelles étudiées ne se superposaient que très peu. A l'intérieur des aires d'activité existaient des territoires de chasse plus précisément délimités, qui étaient visités à plusieurs reprises dans la même nuit. Il n'y a pas de pic dans l'activité de chasse, qui dure plus au moins toute la nuit. Ceci s'explique sans doute par la technique de chasse utilisée (glanage sur le substrat) : les proies récoltées sur les feuilles et les troncs des arbres sont disponibles durant toute la nuit en opposition aux insectes volants, qui sont exploités par certaines espèces de chiroptères seulement lors de la plus grande activité de vol (crépuscule et/ou aube) comme c'est le cas par exemple pour la noctule commune (KRONWITTER, 1988a, 1988b ; SCHWARZ, 1988).

Cinq oreillards roux (deux mâles et trois femelles) équipés d'émetteurs en mars et avril dans les « Grandes Landes » du Neubrandebourg, dans un massif forestier de 3400 ha composé de hêtraies pures et de peuplements mélangés dominés par du pin sylvestre, ont chassé presque exclusivement dans la forêt fermée et dans un rayon de moins de 500 m autour du gîte diurne (EICHSTÄDT, 1995). Des lignes de chemins de fer ou des routes n'ont été que rarement incluses dans le territoire de chasse. Les principaux habitats utilisés ont été des futaies de hêtre de toutes les classes d'âge, ainsi que des pinèdes de 70 ans avec quelques hêtres et chênes en mélange. Les animaux observés ont passé à peu près deux tiers de leur temps dans des peuplements denses. Seul le territoire de chasse de la vieille hêtraie était moins dense.

Les deux principaux territoires de chasse de l'oreillard roux dans les plaines rhénanes sont caractérisés comme suit : peuplement de noyer noir et érable sycomore avec sous-étage dense dans une zone de juxtaposition serrée de plans d'eau, de roseaux et des forêts mélangées de saules, peupliers et frênes de trente ans. Occasionnellement ont été visités aussi : une peupleraie étroite de 80 ans riche en sous-étage située entre le Rhin et la digue, et une zone d'étangs entourés de peupliers, arbustes et roseaux (ARNOLD, 1999).

ENTWHISTLE *et al.* (1996) ont observé en Ecosse, sur six gîtes, que l'oreillard roux ne s'éloignait pas de plus de 2,8 km de son gîte pour la chasse, et qu'il chassait la plupart du temps dans une aire de moins de 500 m de rayon. Les aires de chasse préférées étaient des futaies feuillues, puis des forêts mélangées, futaies résineuses naturelles et enfin futaies résineuses pures d'essences exotiques. Ces dernières n'ont été visitées qu'en lisière, et non pas à l'intérieur. Cette observation a été mise en relation avec l'abondance des proies : il a été démontré que les forêts feuillues produisent une biomasse d'insectes supérieure à celle des forêts résineuses.

La superficie des territoires de chasse varie beaucoup selon les individus et entre les différentes études dans les régions de la forêt de Lenneberg et près de Prenzlau. En forêt de Lenneberg, elles se situaient entre moins d'un ha et 10,5 ha, et entre 4 et 40 ha (moyenne 21 ha) dans les Grandes Landes. Les territoires de chasse des individus ne se superposent que très peu. Des territoires de chasse « noyau » bien délimités à l'intérieur des zones générales d'activité ont pu être définis lors des études de radio-pistage. Ces noyaux au sens strict ne représentaient dans les plaines rhénanes que 0,75 à 1,5 ha (ARNOLD, 1999).

On peut trouver dans plus de 20 travaux des indications concernant le régime alimentaire de l'oreillard roux. Sur les 19 travaux compulsés, seulement six analysent les crottes, les autres étudient les restes de proies découverts sous des perchoirs, donc en règle générale des ailes de papillon. Tous notent les papillons de nuit de l'ordre des Noctuidae comme principale proie de l'oreillard roux. Une étude en Irlande (SHIEL *et al.*, 1991) et une autre en Suède (RYDELL, 1989) ont montré que les insectes de l'ordre des diptères peuvent constituer la proie principale. Une part moins importante revient aux araignées, opilions et coléoptères. Des ailes de papillons diurnes, tels que le paon du jour (*Inachis io*) et la petite tortue (*Aglais urticae*), sont régulièrement trouvées sur les places d'alimentation. L'oreillard roux les glane sur le feuillage, ainsi que les Noctuidae. ANDERSON & RACEY (1991) ont découvert sur des animaux en captivité que la stratégie de la capture des proies en vol et celle du glanage sur le substrat sont utilisées à parts égales. Le vol stationnaire a déjà été observé il y a plus d'un siècle par ALTUM (1876). Il constitue un comportement particulier à l'oreillard roux et au murin de Bechstein et nécessite les ailes larges propres à ces espèces. KOLB (1958b) a constaté que l'oreillard roux chasse tout particulièrement les papillons *Tortrix viridana* (tordeuse du chêne) et *Lymantria monacha* (nonne) lors de périodes de pullulations, et participe ainsi à réguler ces insectes forestiers lors des apparitions en masse (voir aussi KULZER, 1989). Les places d'alimentations bien localisées sont typiques, et l'on peut y trouver parfois des ailes de papillons en grand nombre. Occasionnellement on peut y trouver des grandes quantités de restes de hannetons.

La détermination des restes de proies laisse supposer que l'oreillard roux préfère chasser en lisière, clairière, chemin forestier, mais rarement en peuplement fermé, et qu'il a une attitude plutôt opportuniste. D'après KRULL *et al.* (1991) il partage cette attitude avec le murin à oreilles échancrées lorsqu'ils occupent le même habitat. L'opinion d'EICHSTÄDT (1995), selon laquelle l'oreillard roux n'a pas de concurrent alimentaire, et pourrait à la rigueur être en compétition (gîte et proies) avec le murin de Natterer, ne se confirme pas dans toutes les régions. Particulièrement dans les régions où l'oreillard roux est en sympatrie avec le murin de Bechstein et le murin à oreilles échancrées (rare et localisé au sud de l'Allemagne), la similitude des stratégies de chasse sur un même espace vital fait que ces espèces doivent être considérées comme concurrentes.

ENTWHISTLE *et al.* (1997) ont pu démontrer l'importance de la forêt autour des colonies de l'oreillard roux en Ecosse. Ils ont trouvé une différence significative dans la proportion de forêt dans des zones concentriques de 500 à 3000 m de rayon autour de bâtiments occupés par des oreillards par rapport à ces mêmes proportions calculées autour de bâtiments inoccupés.

Gîtes

Gîtes naturels

En été, le gîte forestier naturel préféré est la cavité d'arbre. Des espaces sous l'écorce décollée sont occasionnellement adoptés. Apparemment c'est un espace « suffisant » qui est recherché.

FUHRMANN & GODMANN (1994) ont trouvé des gîtes à une hauteur de quelques centimètres seulement jusqu'à plus de 20 m dans la strate des houppiers. Les cavités se trouvaient dans des pins, hêtres, chênes, robiniers et tilleuls. Le diamètre des arbres variait entre 20 et 50 cm (à 1,3 m de hauteur). FUHRMANN (1991) a trouvé 18 cavités d'arbres pour huit individus suivis par télémétrie. Six étaient des trous, quatre des fentes, deux dans une fourche, et six sont restés indéfinis. Les animaux changeaient de gîte diurne en moyenne tous les 1 à 4 jours. Les gîtes étaient distants de 700 m les uns des autres au maximum. EICHSTÄDT (1995) a trouvé des données semblables sur les gîtes diurnes sous forme de trous et fentes (avec également des écorces décollées et des espaces dans les fourches). Il n'a pas observé d'occupation de trous de pics dans son secteur de recherche. La découverte de gîtes d'hivernage d'oreillards roux dans des arbres est rare. Mais en l'absence de recherches systématiques en hiver dans les cavités d'arbres, les seules données proviennent d'abattages (p. ex. GEBHARD, 1996). Il est possible que des cavités bien isolées (épaisseur de la paroi > 10 cm, voir SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998) jouent un rôle important dans l'hivernation de cette espèce considérée comme résistante au froid.

Comme le murin de Bechstein, l'oreillard roux forme des unités sociales caractérisées par une fidélité marquée aux gîtes et des territoires bien délimités. Les femelles sont, à l'intérieur d'un tel ensemble, toutes des parentes proches (HEISE & SCHMIDT, 1988). La pérennité des parcelles (surtout en forêts et parcs forestiers) sur lesquelles se trouvent ces territoires joue un rôle prépondérant pour le maintien d'une population locale d'oreillard roux, comme cela l'est pour le murin de Bechstein.

Gîtes artificiels

Différentes études ont montré que l'oreillard roux trouve plus facilement (ou préfère) des gîtes artificiels accrochés à faible hauteur que les autres espèces (SCHWARTING, 1994). Il adopte aussi des gîtes sans espace dégagé pour l'envol (LEITL, 1995). Les gîtes peuvent être disposés sans distinction à l'intérieur ou en périphérie des milieux boisés (FUHRMANN & SEITZ, 1992). Des observations sporadiques ont été faites dans des demi-cavités en béton de bois pour grimpeaux en Bavière (SCHWENKE, 1983). D'après DIETERICH & DIETERICH (1991) l'oreillard roux serait un colonisateur primaire typique de gîtes artificiels. Des gîtes de mise bas ont été trouvés dans pratiquement tous les types de gîtes artificiels, avec une certaine préférence pour des gîtes à espaces restreints. Entre autres ont été occupés des gîtes Stratmann FS1, des gîtes Nagel ronds ou plats, des gîtes à pignon bavarois et arqués de Thuringe, mais aussi des gîtes plats en bois bricolés. L'oreillard roux aime se cacher dans des greniers derrière des poutres, dans les espaces d'assemblage, et des trous de chevillage, entre des tuiles et derrière des bardages en bois. Il est rarement accroché librement.

Nous pouvons résumer ainsi le Tableau 19: d'après les études menées à l'aide de gîtes artificiels, l'oreillard roux préfère nettement des forêts fortement stratifiées. Le sous-étage est marqué par des branchages, recrues et arbustes, et même des gaulis sont acceptés, quand quelques vieux arbres-gîtes sont présents. Des forêts « cathédrales » de hêtre ainsi que des vieilles futaies de pins sans sous-étage ne sont pas occupées, ou alors l'occupation est difficilement détectable. Pourtant la strate des houpriers pourrait servir de territoire de chasse au même titre que la strate arbustive dans des peuplements étagés. On observe une augmentation de la densité d'oreillards dans des parcelles où l'on a introduit un sous-étage par plantation de douglas ou feuillus sous couvert d'un peuplement pur de pin, afin d'améliorer la résistance aux attaques parasitaires. Les aires de chasse se trouvent aussi de préférence dans des peuplements de pins de 50 à 60 ans avec un sous-étage en hêtre de 25 ans planté en laissant des trouées locales.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

L'oreillard roux n'a pas fait l'objet d'études de radiopistage intenses dans le cadre du projet. Dans des

études faunistiques sur 24 forêts, l'oreillard roux a pu être détecté onze fois. Il occupe ainsi le sixième rang d'abondance. Il a été contacté trois fois en forêt alluviale. Compte tenu du nombre d'observations de gîtes de mise bas (7), l'oreillard roux compte avec le murin de Daubenton parmi les espèces qui établissent le plus souvent des colonies de reproduction en forêt (voir Tableau 34). Ce résultat est certainement dû à la facilité de détection dans des gîtes artificiels, et reflète l'opinion générale selon laquelle l'oreillard roux est à peu près régulièrement réparti sur toute l'Allemagne. On le trouve autant en forêt résineuse qu'en forêt feuillue richement structurée (voir aussi chapitre 3.5.1). La plupart des observations ont pu être obtenues par captures au filet et contrôles de gîtes artificiels. Labes *et al.* ont trouvé plusieurs individus dans un gîte en fente d'arbre en forêt de Ventschow en Mecklembourg-Pomméranie occidentale (rapport du projet 1996).

Des analyses de régime alimentaire ont été menées sur trois habitats de l'oreillard roux appartenant à différents biotopes en région de Bayreuth. Leur but était de déduire, à partir des proies consommées, la nature des territoires de chasse pour chaque colonie (Wolz, rapport du projet 1996). Les trois stations étaient :

- une colonie en gîte artificiel dans la vaste forêt résineuse de St. Georgen avec ses nombreuses plantations feuillues en sous-étage au nord-ouest de Bayreuth ;
- une colonie en grenier à Donndorf à l'ouest de Bayreuth avec des lotissements villageois, parcs et forêts feuillues mélangées à proximité immédiate ;
- une colonie en gîte artificiel en zone urbaine à l'est de Bayreuth, avec des parcs et lotissements aux alentours.

Dans $\frac{1}{3}$ des crottes, les proies les plus abondantes appartenaient à l'ordre des diptères, suivis des lépidoptères et dans une moindre mesure les opilions et araignées. Les restes de papillons étaient majoritaires dans presque 60 % des crottes. Les chenilles de papillons dominent dans cinq cas et indiquent l'exploitation d'une pullulation de chenilles. Dans presque 75 % de l'ensemble des crottes se trouvent des proies aptères ou peu aptes au vol. Dans $\frac{1}{4}$ des crottes des restes végétaux étaient présents, récoltés lors de la capture des proies.

La répartition annuelle indiquait pour les trois colonies que :

1. les principales proies des mois de juillet et août sont des papillons,
2. en mai, juin, septembre et octobre d'autres espèces augmentent leur part, mais sans préférence significative,
3. des pullulations de proies sont exploitées d'une façon opportuniste, par exemple des chenilles en octobre

(forêt résineuse), et des trichoptères en octobre également (colonie de Donndorf), ce qui fait supposer que des territoires de chasse sont proches de l'eau.

En novembre, seuls des papillons (probablement des Lymantridae) restent disponibles. L'analyse du régime pour les trois colonies n'a pu démontrer une préférence pour des territoires de chasse forestiers. Aucune proie strictement forestière n'a pu être identifiée.

D'après l'analyse avec le système d'information géographique ArcInfo, la surface forestière représente 30 à 40 % dans un rayon de 10 km autour des gîtes de mise bas de l'oreillard roux en Bavière. En comparaison avec d'autres chiroptères, la part feuillue/résineuse tend plus vers la forêt résineuse pour cette espèce (voir Fig. 2, chap. 3.1 «Le grand murin» et Gleich *in* MESCHEDE *et al.*, 2002).

L'importance du milieu forestier pour l'oreillard roux

La flexibilité relative de l'oreillard roux pour le choix de son gîte et de ses proies n'autorise pas son classement parmi les espèces purement forestières. Mais beaucoup d'études et découvertes montrent que des forêts de types différents sont colonisées avec succès par cette espèce : depuis la forêt résineuse avec comme principale essence l'épicéa (ou pin localement) jusqu'à la forêt pure feuillue en passant par les forêts mixtes. Il a au moins temporairement besoin de strates, qui permettent le glanage des proies sur le feuillage et les troncs. Ceci démontre qu'un certain sous-étage feuillu doit être présent en forêt résineuse. Le glanage des proies se pratique surtout au printemps et à partir de septembre, quand les papillons sont rares. Vu leur faible rayon d'action, les colonies d'oreillard roux installées au milieu de grands massifs forestiers ne doivent quitter que rarement la forêt. Contrairement au murin de Bechstein, il vit aussi sous nos latitudes dans des habitats extraforestiers suffisamment structurés. Une disponibilité de 1 ou 2 gîtes par hectare en moyenne devrait satisfaire les besoins.

L'oreillard roux se définit comme une espèce pionnière par sa capacité d'adaptation et sa flexibilité dans la stratégie alimentaire. Des pessières où l'implantation d'un sous-étage feuillu a produit la structure de base adaptée à la stratégie de chasse de l'oreillard deviennent accueillantes pour l'espèce, contrairement aux peuplements monospécifiques d'épicéa. Lorsqu'une zone dépeuplée par les chiroptères est colonisée par l'oreillard, on peut s'attendre par la suite à l'arrivée d'autres espèces. L'apparition de l'oreillard peut être considérée comme indicatrice d'une amélioration des habitats forestiers.

A cause du petit rayon d'action de l'oreillard roux, la protection des forêts et en particulier des forêts feuillues est essentielle dans l'espace d'activité principal d'un rayon de 500 m autour de la colonie (voir aussi ENTWHISTLE *et al.*, 1996, 1997).

3.1.10. La barbastelle (*Barbastella barbastellus* [SCHREBER, 1774])

Indications générales

La barbastelle est une espèce de taille moyenne qui ne peut être confondue avec d'autres espèces, à cause de son nez d'apparence écrasée, son pelage noir et ses ailes à peau sombre. Elle a les oreilles jointes à leur base comme les oreillards. Elle est rare dans toute l'Allemagne, et dans le nord et le nord-ouest elle est totalement absente. D'après les connaissances actuelles, le centre de répartition semble se situer en Thuringe et en Bavière (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). L'espèce, menacée sur toute l'Europe (espèce de l'annexe II de la directive HFF), est considérée comme tolérante à résistante au froid. La population allemande la plus importante, avec environ 500 barbastelles, se trouve dans un gîte d'hibernation de la Forêt Bavaroise (ZAHN, 1999). Ce même gîte comptait il y a 30 ans encore 3000 animaux (RICHARZ, 1989) ! Ces galeries d'ancienne mine ont ainsi une importance primordiale pour le maintien européen de cette espèce. Des anciens bunkers abandonnés de l'armée russe dans le bas Fläming (Brandebourg du sud) sont en hiver aussi habités par au moins 110 animaux (Steinhauer *in* MESCHEDE *et al.*, 2002).

Les colonies estivales de barbastelles ne comprennent en général que peu d'animaux, souvent entre 10 et 15 femelles, rarement jusqu'à 30. La cause en est probablement la conformation des gîtes naturels choisis, qui se trouvent sous de l'écorce écartée (voir plus loin). Ce type de gîte est difficile à détecter. Il n'est donc pas surprenant que la plupart des colonies connues se trouvent dans des bâtiments (volets, fentes). Ces dernières sont en règle générale dans ou à proximité de forêts. D'après les connaissances actuelles, les barbastelles évitent les régions peu boisées et colonisent autant des régions de plaines que de moyennes montagnes. SPIZENBERGER (1993) situait la plupart des colonies de barbastelle en Autriche dans les zones à forêt mixte épicéa-sapin-hêtre montagnarde en bordure des Alpes du nord. Il a aussi découvert des gîtes de reproduction au-dessus de 800 m d'altitude. Le gîte de reproduction le plus élevé a été trouvé à plus de 1100 m (*in* SCHOBER & GRIMMBERGER, 1998). Des individus isolés sont capturés régulièrement en altitude (HOLZHAIDER, 1998 ; Rudolph & Meschede, non publié).

A cause de sa rareté, la barbastelle est bien moins étudiée que la plupart des autres espèces de chauves-souris. Les

statistiques du centre de marquage de Bonn donnent environ 3100 baguages entre 1950 et 1998, dont 95 % issus de gîtes d'hibernation (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Entre 1960 et 1995, 1 347 animaux ont été marqués en Allemagne de l'est (ZÖPHEL, 1998).

Il y a encore quelques décennies on pouvait trouver dans des gîtes d'hibernation des groupes de centaines de barbastelles. Cette espèce a subi depuis un recul drastique. Ces dernières années seulement on semble pouvoir constater les prémices d'un léger rétablissement de la situation (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Le Tableau 20 regroupe une bibliographie des découvertes de barbastelles dans des espaces forestiers.

Ecologie trophique et comportement de chasse

Des études par télémétrie des exigences alimentaires et d'habitat de la barbastelle ont été menées avant le présent projet uniquement en Suisse (SIERRO & ARLETTAZ, 1997). Etablis dans le climat montagnard des Alpes du sud du Valais, les résultats ne peuvent pas être transposés simplement aux conditions de plaine. Nous allons les présenter tout de même.

Les onze animaux suivis (huit mâles et trois femelles) chassaient dans des territoires de 8,8 ha en moyenne. Ils survolaient les houppiers d'une pinède sèche à 2-4 m de hauteur. Ils évitaient des lotissements et habitats ouverts tels que des prés par exemple. On n'a jamais pu constater l'utilisation de la stratégie du « glanage sur le substrat » lors des observations visuelles. Dans ces études, l'espèce se classe parmi les chasseurs aériens, qui attrapent leurs proies en vol rapide et habile comparable à celui des noctules. Des analyses annexes ont montré que le régime alimentaire est constitué presque exclusivement de papillons de nuit. Les auteurs documentent une spécialisation élevée sur un groupe de proie restreint, ce qui est aussi décrit par BECK (1995) et RYDELL *et al.* (1996). D'après Kurskow (*in* SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998) une barbastelle capture en une seule nuit un poids équivalent jusqu'à 28 % de son propre poids.

Ce haut degré de spécialisation est responsable de la réaction très sensible aux changements de l'environnement de cette espèce. La barbastelle ne peut probablement survivre que dans un environnement qui offre suffisamment de papillons de nuit tout au long de l'année. SIERRO & ARLETTAZ (1997) postulent que l'intensification des cultures et l'emploi de pesticides ont nui tout particulièrement à cette espèce durant ces dernières décennies. Ils indiquent aussi qu'une cause non négligeable de la diminution des insectes nocturnes sont les lampadaires. Ils soulignent dans ce contexte la grande importance de régions « reculées », telles que par exemple les régions montagnardes. Les études de Steinhauser décrites plus loin démontrent que les moyennes montagnes allemandes et les grands massifs forestiers des plaines de l'Allemagne de l'est peuvent aussi jouer ce rôle.

Gîtes

Gîtes naturels

Nous ne savons pas grande chose sur les gîtes naturels de la barbastelle. PODANY (1995) décrit la première découverte en Allemagne d'un gîte de mise bas de barbastelle dans une cavité d'arbre près de Luchau (Brandebourg sud). La colonie occupait plusieurs caches dans un chêne jumeau foudroyé, et en particulier un trou de pic, une fente et un abri sous écorce. L'arbre-gîte se trouve dans la forêt de Görlsdorfer, grande de quelques hectares et riche en feuillus avec des peuplements de taillis humides aulnes-frênes, mais aussi avec des vieilles pinèdes sèches avec leur sous-étage naturel de chêne. Quelques chênes centenaires s'y trouvent, clairsemés.

Lorsque les températures passent en dessous des -10°C, on peut rencontrer des barbastelles dans des cavités souterraines du Brandebourg. D'après PODANY (1995), il faut chercher les gîtes pendant les autres phases de l'hiver dans des arbres. Aucune barbastelle n'a été découverte lors d'abattages hivernaux. Ceci tient peut-être au fait qu'elle occupe même en hiver des fentes derrière d'épaisses écorces écartées, où on ne la trouve pas. De toute façon, le nombre réduit d'individus rend ces découvertes bien moins probables que par exemple pour les noctules communes.

Gîtes artificiels

La plupart des découvertes de barbastelles proviennent de fentes sur ou dans des bâtiments. Les volets semblent être tout particulièrement attractifs (p. ex. DOLCH *et al.*, 1997; ISSEL *et al.*, 1977; TRESS *et al.*, 1988), mais aussi les bardages, les planches de toit (RICHARZ, 1989) et les briques creuses (SPITZENBERGER, 1993). Des animaux seuls ou des groupes de reproduction occupent aussi occasionnellement des fentes dans des greniers ou des nichoirs plats (p. ex. SPITZENBERGER, 1993). DOLCH *et al.* (1997) ont noté par des marquages pendant plusieurs années que les femelles n'utilisaient pas les gîtes d'une année à l'autre et en continu.

PODANY (1995) a observé des barbastelles lors d'hivers doux sur des bâtiments à colombages. Ces découvertes soulignent la tolérance relativement élevée au froid de l'espèce et soulèvent en même temps des questions quant au séjour des animaux en hiver pendant des périodes de températures variables.

La barbastelle a été observée associée à d'autres espèces de chauves-souris, par exemple le grand murin, le murin à moustaches ou l'oreillard roux.

Résultats obtenus dans le cadre du projet

A cause de sa relative rareté il ne fallait pas s'attendre à trouver cette espèce régulièrement et en grand nombre

Tableau 20: Observations de la barbastelle dans les forêts en Allemagne (données bibliographiques).
GR = gîte de reproduction.

Land fédéral	Source	Gîte	Lieu	Forêt
Bavière	KRÜGER-BARVELS, K. (1994) Ein Vergleich verschiedener Waldbiotope als Jagdgebiet für Fledermäuse im Rosenheimer Becken/Oberbayern. Diplomarbeit Univ. München.	Été 1991 : total 3 animaux Territoire de chasse <i>Captures au filet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Station 24, chemin • Station 28, clairière • Station 30, chemin 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemin forestier, largeur env. 4 m, gravillonné, peuplement épicéa-frêne-hêtre • Clairière avec qq. épicéas et chênes isolés, couverture 10 %, couverture au sol 100% • Chemin forestier, largeur env. 4 m, gravillonné, peuplement érable-frêne-hêtre-sapin
Brandebourg	PODANY, M. (1995) <i>Nyctalus</i> 5: 473-479.	18.7.93 : GR avec max. 14 ind.; les animaux utilisent probablement des arbres-gîte. On observe au moins 30 animaux en vol, mais on ne compte que 6 animaux lors de l'envol du gîte <i>Cavités d'arbre</i>	Forêt de Görldorf, env. 7 km au sud de Luckau	Chêne jumeau foudroyé en train de sécher, principales cachettes: trou de pic, fente d'arbre et écorce décollée (tout à env. 8 m de hauteur)
Brandebourg	DOLCH, D. & D. ARNOLD (1989) Beobachtungen an einer Wochenstube von <i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber). Populationsökologie von Fledermausarten Teil I. <i>Wiss. Beitr. Univ. Halle</i> 36: 115-118. DOLCH <i>et al.</i> (1997) <i>Nyctalus</i> 6 (3): 211-213.	Juillet 1986 : découverte d'un GR avec env. 20 ♀ ad. derrière volets, observation du GR presque annuelle jusqu'en 1996	Horstmühle, réserve naturelle Schöbendorfer Busch; vallée fluviale d'origine de Baruth	Part élevée de boisement dans l'environnement immédiat; massifs forestiers fermés à environ 2 km; restes d'aulnaies avec exploitation de prairies; l'ensemble a une allure de parc
Saxe	BACHMANN, R. & T. PRÖHL (1990) <i>Nyctalus</i> 2: 159-160.	26.9.87 : 1 ♀ 11.10.87 : 2 animaux 31.8.88 : 1 ♂, 3 ♀ Probablement gîte d'accouplement 1.9.88 : 2 animaux (1 ♀ ad., 1 juv.) dans le même nichoir 11.9.88 : 1 ♂ ad. <i>Nichoir</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Canton Schmölln, secteur Leipzig • Situé à 11 km à l'est du massif à nichoir précédent 	<ul style="list-style-type: none"> • 9,5 ha de massif dans des champs: chênaie à bouleaux de 80-90 ans avec une strate arbustive bien développée • 16 ha de massif dans les champs avec hêtraie de 80-90 ans • Dans les deux biotopes des vieilles futaies entourées de jeunes peuplements de 30 à 35 ans

lors des études faunistiques. On a pourtant des indices de gîtes de mise bas, ou même des preuves de reproduction en nichoirs dans 3 des 24 forêts étudiées. Le nichoir plat installé près de Dessau (aire d'étude n°8) a été colonisé quelques semaines après son installation (Hahn, rapport du projet 1996).

En ce qui concerne les questions de l'exploitation de l'environnement forestier, le plus important nous semblait d'éclairer les nombreux points méconnus concernant la préférence vis-à-vis de l'habitat et le comportement en gîte naturel. C'est pourquoi nous mettons en avant les études de télémétrie dans le bas Fläming du Brandebourg du sud (voir aussi Steinhauser *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) et ses résultats intéressants et nouveaux sur les exigences écologiques de cette espèce de chauve-souris hautement menacée.

En 1997 on a entrepris le radio-pistage de neuf barbastelles dans l'ancien camp militaire de l'armée russe «Heidehof», et de deux individus supplémentaires dans la NS6, réserve naturelle de «Schöbendorfer Busch» à 50 km au sud de Berlin. Les aires d'étude se présentent comme un espace de 12000 ha de pinèdes avec des zones de landes ou des paysages arborés ouverts avec une mosaïque de petits massifs forestiers et clairières (voir aussi le descriptif des régions par Steinhauser *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). 32 gîtes différents ont été trouvés, dont 29 correspondaient au type «abri sous écorce»; ils se trouvaient autant sur du pin sylvestre que sur du robinier ou du chêne. Un de ces gîtes a aussi servi pour l'hibernation. Les barbastelles découvertes derrière les écorces semblaient former des groupes de mise bas dont l'effectif variait entre 2 et 12 individus. Elles changeaient de gîtes presque tous les jours et la composition des groupes variait au gré de ces changements. Le rayon d'action des animaux munis d'émetteurs n'a pas dépassé 5 km. Leur grande mobilité est caractéristique, avec un vol lent dans les territoires de chasse et un vol rapide entre ces territoires. Les animaux se servent souvent des chemins forestiers pour relier un territoire à l'autre, mais peuvent le quitter pour passer dans la forêt. Le rayon d'action des neuf animaux étudiés sur le camp militaire couvrait un espace d'environ 35 km² (= 3500 ha). Aucune préférence claire pour un type forestier particulier n'a pu être déterminée. Mais on note de nombreux changements entre des territoires de chasse qui semblent être utilisés de manière répétée. D'après ces observations la barbastelle chasse dans l'aire d'étude brandebourgeoise à l'intérieur de la forêt, et non pas au-dessus des houppiers comme décrit par SIERRO & ARLETTAZ (1997). Les analyses de guano donnent des résultats semblables aux autres travaux : la plus grande partie de la palette des proies est fournie par des petits papillons ou des papillons de nuit. Dans environ 20 % des matériaux se trouvaient des restes de coléoptères et névroptères. Mais toutes les autres proies en dehors du principal groupe des papillons ne sont que d'une importance mineure.

Les taux de boisement et la part des feuillus et résineux autour des gîtes de reproduction de la barbastelle ont été établis en Bavière à l'aide d'un S.I.G. (ArcInfo) (voir Figure 2, chapitre 3.1 «Le grand murin»). Dans les alentours directs des colonies, le taux de boisement est d'environ 25 % inférieur à celui qui prévaut 5 km plus loin. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les colonies connues se trouvent en règle générale en dehors des forêts dans des lotissements proches, derrière des volets, etc. Comparé au murin de Brandt et à l'oreillard roux, le taux feuillu est supérieur, mais inférieur à celui observé pour les colonies de murin de Bechstein.

L'importance du milieu forestier pour la barbastelle

D'après les connaissances actuelles, il faut classer la barbastelle parmi les espèces qui habitent et chassent pendant le semestre estival surtout dans des paysages riches en forêts ou de grands massifs forestiers. Tant qu'elles sont dans ou proche de la forêt, elles acceptent d'une façon relativement flexible des gîtes sur des bâtiments. Le régime alimentaire spécialisé de la barbastelle semble être le facteur limitant décisif et une source de menaces lors de carences, parce qu'elle est moins capable que d'autres espèces d'exploiter d'autres ressources alimentaires. Une offre équilibrée en petits papillons de nuit, tout au long de l'année, semble être une condition fondamentale.

On ne peut pas exclure l'utilisation de gîtes d'arbres en hiver. Les premiers indices dans ce sens ont été apportés par Steinhauser (rapport du projet 1998), bien qu'à l'heure actuelle on n'ait pas fait de découvertes lors des abattages hivernaux.

D'autres recherches devraient montrer dans quelle mesure on peut considérer la barbastelle, à cause de sa préférence pour des abris sous écorce, comme une «chauve-souris de forêt vierge». Le choix de ces gîtes naturels est un des résultats les plus importants de ce projet de recherche : sur 32 gîtes découverts, 29 étaient de ce type ! La gestion forestière doit respecter encore plus à l'avenir ce type de gîte. Des arbres dont l'écorce est touchée par la foudre, la tempête ou par des cerfs devront être davantage maintenus. Les nombreux changements de gîte ont montré qu'il faut pour une colonie une offre élevée en abris. Les besoins sont estimés à 1-2 gîtes par hectare, et le voisinage des gîtes semble important pour les échanges sociaux.

La protection de la barbastelle dans les forêts d'Allemagne implique, eu égard à son statut d'espèce menacée dans toute l'Europe (espèce de l'annexe II de la directive HFF de l'Union Européenne) :

- le maintien et la protection (consolidation) des grands massifs forestiers ;
- la création d'un système de connexions entre massifs ;
- le maintien d'arbres pourvus d'écorces soulevées, mêmes jeunes ;
- la définition et la sauvegarde de zones protégées (surface minimale 3000 ha) dans les régions à populations stables et importantes dans le sud du Brandebourg (Fläming), en Thuringe (Altenburger Land, plaine de l'Helme-Unstrut, contreforts du Thuringer Wald), Bavière (Fichtelgebirge, Frankenwald, la haute Bavière du sud-est, le Bayerischer Wald), et Rhénanie-Palatinat (vallées secondaires de la Moselle, le Hunsrück).

3.2. AUTRES ESPÈCES

Dans ce chapitre nous traitons l'ensemble des espèces régulièrement présentes en Allemagne, et qui exploitent l'espace forestier dans une moindre mesure que les espèces décrites au chapitre 3.1, ceci d'après les résultats de recherches bibliographiques et d'autres rapports. Ces espèces n'ont pas été étudiées intensément dans le cadre du présent projet. Le Tableau 21 donne la liste des 10 espèces concernées.

En Allemagne, la grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*), le vespère de Savi (*Hypsugo savii*), le minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) et la pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) sont à la limite de leur aire de répartition. Les observations de ces espèces dans l'aire d'étude sont très sporadiques ou vieilles de plusieurs

décennies. Nous ne disposons pas de données suffisantes pour évaluer l'importance de la forêt pour ces espèces. C'est pourquoi nous n'en tenons pas compte par la suite.

3.2.1. Le grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum* [SCHREBER, 1774])

En Allemagne, le grand rhinolophe se trouve à la limite septentrionale de son aire de distribution et cette espèce n'est plus représentée que par quelques individus. Le dernier des trois gîtes de reproduction connus se situait dans le Haut-Palatinat (Bavière). On connaît quelques animaux isolés en été et hiver dans la Saar et en Rhénanie-Palatinat. En été ils ont leur gîte dans des greniers spacieux. Ils hibernent enveloppés dans leurs ailes, accrochés à des proéminences rocheuses de grottes ou mines souterraines. Le grand rhinolophe n'utilise pas les cavités d'arbres. Dans les banques de données de baguage du Museum König à Bonn, 218 grands rhinolophes ont été répertoriés entre 1950 et 1995, dont 204 en gîte d'hibernation (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDE *et al.*, 2002). Le grand rhinolophe n'a jamais été trouvé en Allemagne de l'Est (ZÖPHEL, 1998).

Le grand rhinolophe n'a pas fait l'objet d'études intensives dans le cadre de ce projet à cause de sa rareté. Par contre nous disposons d'études télémétriques effectuées en Suisse (BECK *et al.*, 1997; BONTADINA *et al.*, 1995, 1997), au Luxembourg (PIR, 1994), en Angleterre (JONES *et al.*, 1995) et au niveau du dernier gîte de reproduction d'Allemagne (GEIGER & HAMMER, 1993). Les paysages fréquentés étaient (voir aussi HAMMER & MATT, 1996):

Tableau 21 : Espèces de chauves-souris dont l'habitat principal se situe en dehors de la forêt, ou à classification difficile à cause d'une banque de données insuffisante.
(X ?) = l'évaluation certaine n'est pas possible.

Espèce	Forêt fermée probablement de moindre importance	Banque de données insuffisante
Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	X	
Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	X	X
Murin des marais (<i>Myotis dasycneme</i>)	X	X
Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)		X
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)		X
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	X	
Sérotine de Nilsson (<i>Eptesicus nilssonii</i>)		X
Sérotine bicolore (<i>Vespertilio murinus</i>)	X	X
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	(X ?)	
Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	(X ?)	

- paysages richement structurés à cultures extensives ;
- paysages semi-ouverts ;
- lisières ripicoles ;
- bocages ;
- pentes exposées sud avec pinèdes claires ;
- jardins et lisières en bordure de village.

En Suisse, les animaux chassaient au printemps de préférence en forêt le long des berges de deux rivières (BONTADINA *et al.*, 1997). Les régions forestières et leurs lisières riches en feuillus étaient particulièrement attractives. Les régions avec une forte proportion résineuse étaient évitées dans l'aire d'étude des Grisons. Les animaux suivis en Suisse et en Haut-Palatinat s'éloignaient de 2 à 4 km du gîte diurne. Ce rayon d'action relativement réduit est peut-être dû au fait que ces animaux appartiennent aux espèces à vol lent, avec leurs ailes courtes et larges.

Les études d'écologie alimentaire en Suisse (ZAHNER, 1984; BONTADINA *et al.*, 1997), au Luxembourg (PIR, 1994) et en Angleterre (JONES *et al.*, 1995) nous apprennent que les proies se composent surtout de papillons de nuit, mais aussi de diptères, de coléoptères et d'hyménoptères. En plus d'être en quantité suffisante, il est primordial que l'alimentation soit exempte de composés toxiques. Comme pour d'autres espèces, les proies chargées en insecticides mettent leur survie en danger. Le seul gîte de reproduction en Allemagne se trouvait en bordure d'un camp militaire, où l'on n'a employé ni insecticide ni engrais depuis plus de 50 ans. Le camp était surtout visité pour la chasse. En Suisse, on a constaté que les chenilles qui sont capturées au printemps s'alimentent sur des feuillus tels que saule, frêne et peuplier, et des arbustes tels que troène ou noisetier. Les proies d'été se développent sur des plantes de prairie. Les coléoptères s'alimentent sur des plantes de prairies ou des arbres feuillus. Pour favoriser le grand rhinolophe, il est donc important que les habitats de chasse se composent d'une mosaïque de peuplements riches en feuillus et de prairies extensives permanentes.

Aucun grand rhinolophe n'a été observé dans le cadre du projet.

Le rôle de la forêt comme habitat pour le grand rhinolophe

Bien que la forêt ou les arbres ne jouent aucun rôle de gîte pour cette espèce, ils peuvent avoir leur importance. Par exemple, les animaux s'accrochent régulièrement aux petites branches comme des gobe-mouches pour une chasse à l'affût. Ces endroits sont utilisés individuellement avec une grande fidélité. Ils se situent souvent en lisière ou dans des groupes d'arbres avec des clairières. Pour cette espèce qui est

menacée sur le plan européen (espèce de l'annexe II de la directive HFF), les mesures de gestion forestière suivantes auraient un caractère élevé de protection dans un rayon de 4 km autour des gîtes connus (voir aussi HAMMER & MATT, 1996) :

- maintien et restauration de ripisylves,
- maintien de forêts claires, dans certains cas aussi de pinèdes claires à proximité de gîtes et de territoires de chasse,
- maintien et restauration de lisières forestières riches en arbustes et de formes irrégulières pour créer des îlots de chaleur (accumulation d'animaux-proies),
- maintien de vieilles futaies de hêtres,
- ouverture éventuelle des axes de vol entre gîte et territoire de chasse.

Des mesures de protection doivent en premier lieu être appliquées aux colonies encore existantes et connues (gîtes d'été et d'hiver) en Bavière (Oberpfalz), Rheinland-Pfalz et en Saar. La protection des gîtes et des terrains de chasse (nourrissage) de la population d'Oberpfalz est prioritaire.

3.2.2. Le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros* [BECHSTEIN, 1800])

En Allemagne, le petit rhinolophe est un peu plus présent que son cousin, mais il était autrefois bien plus abondant. On connaît 27 gîtes de reproduction en Thuringe, Saxe, Saxe-Anhalt et Bavière (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Ses gîtes d'été se trouvent dans des greniers spacieux et il passe l'hiver dans des grottes naturelles, dans des mines ou des caves. Le petit rhinolophe ne choisit pas d'arbre comme gîte, au moins en Europe centrale. SPITZENBERGER (1993) a trouvé en Carinthie un seul gîte sur 27,6 km² de surface colonisable. L'auteur estime la densité à 0,89 individus/km² pour cette région. RUDOLPH (1990) a estimé pour une population des années 40 – aujourd'hui éteinte – une densité de 0,94 individus/km² à l'est d'Erlangen dans une région d'environ 400 km². Il a calculé une densité d'au moins 1,37 individus/km² dans une région de 10 x 10 km du sud-ouest du Haut-Palatinat. BASCHNEGGER (1986) donne un taux de colonisation d'un gîte de reproduction pour 18,3 km² d'espace colonisable exempt de forêts et de montagnes dans le Vorarlberg. En Allemagne on n'atteint plus ces taux aujourd'hui. La plupart des 328 gîtes de reproduction connus en Autriche se situent dans des régions montagnardes à sub-montagnardes avec un climat chaud et humide (SPITZENBERGER, 1997).

A cause de sa répartition plus large et de sa relative abondance, le petit rhinolophe a depuis toujours été plus souvent l'objet d'études que le grand rhinolophe. Dans les années 50 on a marqué environ 2000 animaux dans des gîtes d'hiver. Avec la disparition du petit rhinolophe dans de vastes parties de l'Allemagne, ces chiffres ont diminué pour approcher 0 au milieu des années 60. Entre 1950 et la fin des années 60 on a marqué en tout plus de 2500 petits rhinolophes dans les länders de l'ouest (Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002), et seulement 124 après 1960 (ZÖPHEL, 1998) à l'est.

A cause sa rareté actuelle, le petit rhinolophe n'a pas fait l'objet d'études intensives dans ce projet. Des études d'habitats de chasse ont été menées à l'aide de détecteurs d'ultrasons et d'appareils d'observation nocturne (JONES & RAYNER, 1989; SCHOFIELD, 1996). Mais à cause de la difficulté des observations, leurs résultats ne peuvent être considérés que comme préliminaires. Des études par radio-pistage manquent ou ne sont pas publiées. Toutefois il semble que les paysages exploités pour la chasse ressemblent beaucoup à ceux exploités par le grand rhinolophe :

- paysages richement structurés à cultures extensives ;
- peuplements forestiers proches des cours d'eau, forêts alluviales, vieux parcs et futaies feuillues ;
- bocages ;
- jardins, arbres isolés et lisières à proximité des villas.

BIEDERMANN (1999) décrit le vol le long de structures végétales, bâtiments, murs et côtes rocheuses. Le vol est souvent bas, bourdonnant et nerveux. Le survol d'espaces ouverts n'a pas été observé. Le petit rhinolophe chasse probablement moins à l'affût que le grand rhinolophe. JONES (1991) a appelé cette espèce de chauve-souris un « chasseur aérien des broussailles ».

D'après les analyses du biotope autour des gîtes de reproduction en Thuringe, Saxe et Saxe-Anhalt (BIEDERMANN, 1997, 1999), et en Suisse (LUTZ & MÜHLETALER, 1997), l'environnement direct des colonies du petit rhinolophe est caractérisé par un paysage riche en structures linéaires, comme des lisières forestières dans des habitats ouverts. L'environnement étudié en Allemagne de l'est autour des gîtes de reproduction comprenant plus de 50 animaux âgés d'un an et plus avait un taux de forêt feuillue supérieur à 20% (BIEDERMANN, 1999). L'observation des animaux du gîte de reproduction sur l'île Herrenchiemsee sur le Chiemsee (un lac) a donné une représentation semblable : les 29 animaux adultes du gîte chassaient dans l'habitat richement équipé de structures telles que vieille hêtraie, allées, prairies, ceinture de roseaux et haies. Les structures forestières et lisières ont servi de territoires de chasse prioritaires (WEINER, 1998). Des informations détaillées sur les territoires de chasse nécessiteront davantage d'études de radio-pistage.

Les études sur l'écologie alimentaire de BECK *et al.* (1989) en Suisse et de MCANEY & FAIRLEY (1989) en Irlande ont montré que les diptères sont le principal groupe de proies, suivi des lépidoptères, trichoptères et névroptères. Sur l'île du Herrenchiemsee, les papillons forment la principale proie, suivis des diptères et névroptères (WEINER, 1998). Il est très probable qu'une partie des proies est glanée sur le substrat. Pour le petit rhinolophe comme pour son grand cousin, le facteur de menace le plus important, à côté du recul rapide des gîtes adaptés, est la diminution de quantité de nourriture autour des gîtes.

HOLZHAIDER (1998) a capturé des petits rhinolophes lors de campagnes régulières devant une grotte dans les Alpes bavaroises à l'altitude d'environ 900 m. SPITZENBERGER (1993a) a confirmé l'exploitation de l'étage alpin (33 des 170 gîtes de reproduction de Carinthie se trouvaient à une altitude supérieure à 800 m). Comme STUTZ (1984), elle insiste sur l'importance des régions reculées d'altitude dans les vallées alpines avec leur agriculture moins intensive, ayant pour le petit rhinolophe une fonction toute particulière d'espace de refuge. Dans ce contexte, la forêt claire de montagne a un rôle important de territoire de chasse.

Le petit rhinolophe n'a pas été observé dans le cadre du projet.

L'importance de la forêt comme habitat pour le petit rhinolophe

Il n'y a pas de gîte diurne ou hivernal dans des arbres en Europe centrale, mais ils sont régulièrement recherchés comme lieu d'affût et de repos. La forêt et avant tout sa lisière ont une grande importance comme habitat de chasse et comme structure de lien entre des territoires de chasse. Les forêts alluviales, ripicoles, les alignements d'arbres et les haies sont des structures de lien très importantes. Les actions de protection du petit rhinolophe doivent s'occuper des interventions forestières dans un rayon de 4 km autour des gîtes d'été connus ; les points suivants seront retenus :

- maintien et reconstruction des ripisylves ;
- création de lisières riches en arbustes et non linéaires afin de créer des îlots de chaleur (concentration d'animaux de proie) ;
- augmentation de la proportion de feuillus et maintien des peuplements âgés de hêtre et de chêne ;
- maintien et entretien d'allées, parcs et vieux jardins.

Le petit rhinolophe est aussi une espèce citée dans l'annexe II de la directive HFF. Les actions de protection

décrites plus haut en faveur de l'habitat du petit rhinolophe qui sont réalisées en Allemagne doivent aussi être comprises dans le sens de la protection d'espèces menacées au niveau européen. Les points de départ doivent être les centres de présences actuelles avec des gîtes de reproduction et d'hibernation riches en individus en Thuringe, Saxe, Saxe-Anhalt et Bavière.

3.2.3. Le murin des marais (*Myotis dasycneme* [BOIE, 1825])

Le murin des marais est présent un peu partout en Allemagne du nord, avec un centre de gravité situé en Basse-Saxe et en Mecklembourg-Poméranie occidentale, mais il n'est abondant nulle part. On a déjà découvert des animaux isolés dans les länders plus méridionaux (Bade-Wurtemberg, Bavière du nord), mais de telles découvertes restent rares et représentent probablement des exceptions liées aux migrations saisonnières. On connaît des gîtes de reproduction en Basse-Saxe (DENSE *et al.*, 1996) et Mecklembourg-Poméranie occidentale (LABES, 1992) dans des bâtiments. Quelquefois on découvre des individus en nichoir, par exemple en Schleswig-Holstein (DIETERICH & DIETERICH, 1991; DIETERICH *et al.*, 1998) ou dans le Brandebourg, où SCHMIDT (1998) indique une densité moyenne à faible pour tout le land. Les colonies de mâles et femelles investissent en règle générale des bâtiments.

Jusqu'en 1995, 279 murins des marais ont été bagués en Allemagne, dont 124 à l'ouest (presque exclusivement en gîte d'hiver) et 155 à l'est (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002; ZÖPHEL, 1998).

Les seules analyses de régime alimentaire publiées nous proviennent de SOMMER & SOMMER (1997) d'une colonie de reproduction de Mecklembourg-Poméranie occidentale. 70 % de l'alimentation était composé de chironomes, suivis de 27 % de trichoptères et 3 % de papillons. Des plans d'eau et de grandes rivières calmes représentent le biotope le plus important pour l'alimentation du murin des marais.

Les opérateurs du projet n'ont repéré qu'une fois le murin des marais au détecteur (détermination par H. Limpens) dans les plaines rhénanes du nord badois (Arnold & Braun *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

L'importance de la forêt comme habitat pour le murin des marais

Le murin des marais est un occupant potentiel des cavités d'arbres en été. Ceci a été démontré par des découvertes occasionnelles en nichoirs (voir plus haut). Pour les colonies de reproduction, ce genre

de gîte naturel ne semble pas avoir d'importance, contrairement au murin de Daubenton qui est un peu plus petit, mais occupe la même niche écologique. Comme pour le grand murin, les gîtes arboricoles représentent probablement une ressource importante pour des mâles solitaires en été. On ne connaît pas de découvertes hivernales dans des arbres. La forêt semble jouer un rôle secondaire comme territoire de chasse pour le murin des marais. En l'absence d'études de télémétrie, cette affirmation doit encore être vérifiée.

Le murin des marais est une espèce menacée dans toute l'Europe (espèce de l'annexe II de la directive HFF). L'espèce est favorisée par la protection d'arbres creux dans des forêts richement structurées proches de l'eau.

3.2.4. Le murin à moustaches (*Myotis mystacinus* [KUHLE, 1817])

On rencontre le murin à moustaches dans toute l'Allemagne, mais on n'a pas connaissance de gîtes de reproduction dans les länders du nord. A la différence de l'espèce cousine très semblable, le murin de Brandt, on le trouve surtout dans des gîtes en dehors de la forêt. Ce n'est que depuis les années 70 qu'on décrit les deux espèces comme étant syntopiques en Allemagne (GAUCKLER & KRAUS, 1970; KRAUS & GAUCKLER, 1972). Les gîtes se trouvent surtout dans des cachettes en forme de fente, derrière des bardages de murs ou toitures, derrière les volets ou dans des maçonneries. On ne découvre que rarement des gîtes en forêt ou en nichoir et ce ne sont alors que des animaux isolés (p. ex. NAGEL & NAGEL, 1993; SCHMIDT, 1979; WEIDNER, 1995). D'après les connaissances actuelles, les territoires de chasse préférés du murin à moustaches sont les lotissements situés dans un environnement richement structuré avec des cours d'eau, des haies, de nombreuses lignes de démarcation telles que lisières forestières, broussailles, mais aussi jusque dans la forêt fermée. Par exemple TAAKE (1992) a pu capturer des murins à moustaches au filet lors de différentes études en forêt, mais jamais en nichoirs. Le plus grand nombre d'observations ont été faites en mai. Il a interprété ce résultat comme suit : soit le murin à moustaches préfère les gîtes naturels aux nichoirs, soit, contrairement au murin de Brandt, il ne gîte qu'exceptionnellement en forêt, mais exploite régulièrement ce milieu à la recherche de nourriture. Rudolph (comm. pers., 1998) suppose aussi que le murin à moustaches chasse régulièrement en forêt. Il a observé à plusieurs reprises des colonies de murin à moustaches lors de l'envol de leur gîte dans des greniers à 15-20 m de distance de la forêt. Les animaux volaient directement

et sans détour vers la forêt. En Hollande, LIMPENS *et al.* (1997) ont constaté que la plupart des murins (probablement à moustaches) chassaient dans des forêts feuillues dans des endroits clairs, mais volaient aussi le long des lisières forestières, alignements d'arbres et autres éléments linéaires du paysage. A l'intérieur des lotissements ils préféraient les parcs ; le paysage agraire (hollandais) n'avait qu'une importance moindre en tant que territoire de chasse. Pendant la chasse, le murin à moustaches fait des pauses contre des troncs d'arbres (NYHOLM, 1965). TAAKE (1984) a détecté chez cette espèce un lien aux cours d'eau plus important que pour son espèce cousine ; la plupart des captures ont en effet été réalisées au-dessus de fossés. Cette observation n'a pas encore été confirmée par d'autres auteurs.

La seule étude de télémétrie connue sur le murin à moustaches a été réalisée à l'est de Wiesbaden, dans le district de Rheingau-Taunus (GOODMANN, 1995). La femelle, dont le gîte de reproduction était derrière l'écorce d'un chêne mort, a chassé dans quatre territoires principaux : une forêt de hêtre et chêne en pente (territoire de chasse le plus utilisé), une voie de chemin de fer, une lisière forestière à l'embouchure d'une petite vallée avec un petit ruisseau, et un bord de rivière avec une lisière forestière. L'ensemble de l'espace d'action était de 20 ha, et la distance maximale au gîte de 650 m. D'après les connaissances actuelles, ce gîte de reproduction est le seul connu en Allemagne à l'intérieur d'une forêt fermée, et situé dans un gîte naturel. Aux Pays-Bas, on connaît au moins sept gîtes de reproduction du murin à moustaches (probable) dans des arbres (LIMPENS *et al.*, 1997). Les gîtes se trouvent dans des trous de pics dans des chênes, hêtres et frênes, derrière des lambeaux d'écorce ou dans des fentes.

Le murin à moustaches a été bagué en Allemagne de l'ouest surtout entre les années 50 et début 70 (environ 1200 animaux ; Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). La plupart proviennent de gîtes d'hibernation. En Allemagne de l'Est, le nombre des baguages avant 1995 est un peu plus élevé avec environ 1500 animaux (ZÖPHEL, 1998).

Toutes les analyses de l'écologie alimentaire vont dans la même direction : les principales proies font partie du groupe des diptères, avec en tête de liste des tipules, chironomes et moustiques (POULTON, 1929 ; TAAKE, 1992 ; BECK, 1995). Il y a aussi des captures de papillons, trichoptères et même des araignées, mais qui ne représentent jamais les proies principales. Le menu du murin à moustaches est d'une diversité relativement grande et rend compte d'une exploitation et adaptation à des biotopes les plus divers.

Dans le cadre de ce projet nous n'avons pas étudié l'écologie et l'exploitation de la forêt par le murin à moustaches. Lors des inventaires dans 24 forêts, il a été constaté seulement 2 fois avec certitude.

L'importance de la forêt comme habitat pour le murin à moustaches

L'importance de la forêt pour le murin à moustaches est moins grande que pour le murin de Brandt. En Allemagne la plupart des gîtes de reproduction se trouveraient en dehors de la forêt dans des bâtiments, bien que souvent à proximité de forêts. Le biotope forestier avec des lisières irrégulières et des liaisons entre peuplements et paysages à cultures pourraient jouer un rôle plus important sous nos latitudes que ce que l'on croyait jusqu'alors. La forêt peut donc être considérée comme un élément exploité par le murin à moustaches. Il serait utile d'entreprendre des études des deux murins (de Brandt et à moustaches) quant à leur intégration dans des niches écologiques, surtout là où ils sont présents en syntopie, et de préférence dans différentes régions de l'Allemagne.

3.2.5. Le murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus* [GEOFFROY, 1806])

Le murin à oreilles échancrées a quelques ressemblances avec le murin de Natterer. En Allemagne, sa présence dans des gîtes de reproduction se limite au sud des länder de Bavière et du Bade-Wurtemberg. Seuls quelques animaux isolés ont pu être observés plus au nord (p. ex. en Rhénanie-Palatinat et en hiver en Rhénanie-Westphalie). Cette espèce thermophile sub-méditerranéenne colonise en priorité des greniers pour élever ses petits. On connaît mal les lieux où séjournent les mâles. Par exemple en Bavière on n'a trouvé que quelques individus isolés dans des cavités d'arbres, des nichoirs ou des bâtiments (Rudolph, comm. pers. 1999). KRULL (1988) a trouvé des gîtes intermédiaires par télémétrie dans ou sur des arbres, et même derrière de l'écorce écartée. D'après SPITZENBERGER & BAUER (1987) il colonise de préférence des régions à climat chaud, mais pas trop sec. Les observations autrichiennes se situent dans la zone à forêts mélangées de montagne riches en hêtres, des hêtraies, ou des chênaies à charme et à hêtre. La présence de l'espèce dans le sud-est bavarois et le sud badois correspondent à ces caractéristiques. Il est intéressant de savoir que le murin à oreilles échancrées a dû être présent plus au nord à des époques à climat plus chaud. Dans la grotte Zoolithe en Suisse franconienne (Bavière du nord), plus de 20% du matériel osseux des individus daté de ces 10000 dernières années appartenait à cette espèce. Malgré des activités intenses de recherche, on ne trouve plus cette espèce dans la région (RUPP, 1991 ; LIEGL, 1987).

Le tout petit nombre de 23 animaux bagués archivés dans le centre de marquage de Bonn provient des gîtes d'hibernation (Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002).

Peu d'études existent sur l'écologie de cette espèce rare en Allemagne. KRULL (1988) a suivi par radio-pistage avec succès quatre animaux appartenant à une colonie, et un mâle près de Rosenheim dans le sud de la Bavière. Il a recensé les habitats et méthodes de chasse du murin à oreilles échanquées. Les animaux rejoignaient des territoires individuels de chasse éloignés jusqu'à 4 km du gîte de reproduction. Il s'agit de massifs mélangés de feuillus et résineux, avec une structure de lisière marquée, et traversés de nombreux cours d'eau. Les principales essences étaient l'épicéa et le hêtre. Des massifs riches en strate arbustive alternaient avec de hautes futaies dépourvues de sous-étage. L'environnement direct du gîte pourvu de haies, vergers, prairies et abords villageois était inclus dans le territoire de chasse. Lors de cette étude, aucun survol au-dessus d'espaces ouverts n'a pu être constaté. La dimension d'un territoire de chasse d'un mâle a été estimée à 50-75 ha. Durant l'ensemble de l'étude, la totalité de l'espace exploré par cet animal était de 120 km². Des analyses d'excréments et des observations directes permettent de compter le murin à oreilles échanquées parmi les espèces qui ramassent une partie importante de leurs proies au sol ou sur le substrat. Comme le murin de Natterer, on l'observe régulièrement en train de chasser dans des bâtiments agricoles, où il glane ses proies aux murs en vol pendulaire (KRULL, 1988). La part d'invertébrés incapables de vol dans les proies est par conséquent importante, ce qui est aussi confirmé par BAUEROVA (1986) et BECK (1995). En comparaison avec d'autres chauves-souris, il y a peu de coléoptères ou papillons. Mais il chasse aussi en vol libre.

Des murins à oreilles échanquées ont régulièrement été observés devant des grottes à 900 et 1250 m d'altitude, dans les Alpes bavaroises, et lors de captures au filet devant des grottes dans le sud de la Forêt-Noire. Ceci laisse supposer que cette espèce recherche, au moins durant la période des accouplements en fin d'été, des habitats de chasse en altitude (HOLZHAIDER, 1998; Rudolph & Meschede, non publié; Kretzschmar, rapport du projet 1997). En Autriche, les colonies d'été ne dépassent pas 800 m (SPITZENBERGER & BAUER, 1987). En hiver on trouve par contre des gîtes (grottes) à plus haute altitude.

L'importance de la forêt comme habitat pour le murin à oreilles échanquées

D'après les résultats des recherches actuelles, la forêt représente sous nos latitudes un habitat important pour l'alimentation du murin à oreilles échanquées. Il recherche spécialement des peuplements avec une strate arbustive riche et des houppiers feuillus pour glaner ses proies sur le substrat. Tous les gîtes se trouvent en dehors de la forêt dans des bâtiments, mais toujours à proximité de forêts.

Pour protéger cette espèce citée dans l'annexe II de la directive HFF, et donc classée menacée pour toute l'Europe, le maintien des forêts riches en feuillus et arbustes est nécessaire dans un rayon d'au moins 5 km autour des colonies de reproduction du murin à oreilles échanquées, surtout dans le sud de la Bavière et du badois.

Il faudra lancer des études écologiques dans les régions de concentration de cette espèce.

3.2.6. La sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) [SCHREBER, 1774])

On classe généralement ce proche parent de la sérotine de Nilsson parmi les chauves-souris typiques des bâtiments. Elle occupe par exemple des fentes derrière les bardages, des caches dans la partie faîtière des greniers et occasionnellement des volets. En Allemagne elle est bien plus abondante au nord que dans le sud. Contrairement à la sérotine de Nilsson, elle n'occupe pas les zones d'altitude des moyennes montagnes, elle reste en plaine et dans les collines. Elle vit proche des lotissements dans des paysages richement structurés. Ses exigences écologiques ont fait l'objet d'études pendant ces dernières années dans différentes régions. Plusieurs études de télémétrie indiquent que la forêt ne constitue pas le principal habitat de la sérotine commune, mais s'y trouve incluse (voir plus loin). Il y a des observations isolées dans des nichoirs, mais pas de colonies (BOLDHAUS, 1988; SCHMIDT, 1990, 1998; STRATMANN, 1973). Les arbres ne jouent donc qu'un rôle mineur comme gîte. Pour les mâles solitaires par contre, de tels gîtes ont une grande importance, surtout à proximité de colonies de femelles. Des travaux de recherche récents en Saxe et en Hesse ont démontré de nombreux changements de gîte entre des bâtiments différents (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999).

Depuis 1950 on a bagué 1228 animaux en Allemagne de l'ouest. Seulement 21 animaux proviennent de cavités d'arbres en forêt (Kiefer & Hutterer in MESCHÉDE *et al.*, 2002). En Allemagne de l'est on a bagué plus de 2000 individus jusqu'en 1995 (ZÖPHEL, 1998).

La sérotine commune n'a pas été étudiée dans le projet F+E de plus près. Des études antérieures démontrent nettement que cette espèce n'utilise que très peu la forêt comparée aux autres. Ces dernières années, plusieurs études ont analysé le choix de l'habitat de la sérotine commune. Des données à propos des exigences alimentaires et de l'habitat nous proviennent surtout des travaux de DENSE (1992), ROBINSON & STEBBINGS (1997a, b) et CATTO *et al.* (1996). La sérotine commune est une chauve-souris assez commune des plaines de l'Allemagne du nord. Des études par radio-pistage près d'Osnabrück indiquent que les animaux choisissent des territoires de chasse riches

en prairies et en plans d'eau (DENSE, 1992). Les espaces forestiers, les labours et les lotissements représentent des parts moindres. La sérotine commune chasse aussi le long de lisières forestières, d'alignements d'arbres, de haies assez hautes, des cours d'eaux, à proximité de parcelles forestières et autour des lampadaires. En une nuit environ 6 territoires de chasse sont visités. Ils se situent pour la plupart à proximité des colonies, et à 6 km au maximum des gîtes de reproduction. Des études sur cette espèce dans le sud de l'Angleterre ont donné des résultats comparables en ce qui concerne le nombre des territoires de chasse visités par nuit, la chasse au-dessus de prairies et autour de lampadaires (CATTO, 1990; CATTO *et al.*, 1996). ROBINSON & STEBBINGS (1997b) donnaient une superficie de territoire utilisé de 24-77 km² pour un gîte de reproduction d'une vingtaine d'individus. Onze animaux suivis par DENSE (1992) ont exploité un espace de 15,4 km². PEREZ & IBANEZ (1991) donnent par contre un rayon d'action allant jusqu'à 17 km² pour un seul animal.

Dans l'Uckermark, les sérotines communes ont des territoires de chasse le long des allées et des lisières forestières extérieures et intérieures (EICHSTÄDT, 1995). Le même auteur a constaté qu'il existe une grande ressemblance et une superposition avec l'utilisation de l'habitat par la pipistrelle commune. Lors d'une étude au détecteur dans la forêt de Fontainebleau (France) les animaux d'une colonie en bâtiment chassaient surtout dans des zones résineuses et le long des lisières forestières (Lustrat, comm. pers.).

GERBER *et al.* (1996) ont noté pour cette espèce de chauve-souris une grande flexibilité dans le choix de l'habitat de chasse. Bien que les habitats préférés se situent le long de structures végétales, elle chasse aussi en espace libre, et comme d'autres études l'indiquent, elle glane des proies au sol (KURTZE, 1982). La sérotine commune est capable d'exploiter des espèces-proies régionales et saisonnières. La palette de proies est par conséquent très différente suivant les lieux et au cours des saisons. Les premières positions dans le régime alimentaire sont occupées par les coléoptères, lépidoptères, trichoptères, diptères et hyménoptères.

L'écosystème forestier fournit donc pour cette espèce une ressource potentielle. Au Danemark, les habitats utilisés sont les lisières forestières et les groupes d'arbres, ainsi que le dessous de la strate des houppiers des hêtraies fermées (DEGN, 1983).

Lors des études faunistiques réalisées dans le cadre du projet, la sérotine commune a été trouvée onze fois, donc dans presque la moitié des forêts étudiées, dont cinq forêts alluviales.

L'importance de la forêt comme habitat pour la sérotine commune

Sous nos latitudes la forêt doit probablement être considérée pour la sérotine commune depuis l'extérieur, c'est-à-dire depuis la lisière qui représente un habitat de chasse important. Tous les gîtes de colonies se trouvent en dehors de la forêt. La possibilité d'inclure la forêt comme territoire de chasse dans l'espace d'activités, pour des raisons liées au climat ou à la période de l'année, pourrait être déterminante pour cette chauve-souris. Cette affirmation provient d'observations concordantes des auteurs cités plus haut qui désignaient aussi des arbres, groupes d'arbres et forêts comme habitats de chasse saisonniers.

3.2.7. La sérotine de Nilsson (*Eptesicus nilssonii*) [KEYSERLING & BLASIUS 1839]

La sérotine de Nilsson est une espèce du nord et de l'est, dont la principale aire de distribution se trouve en Asie, mais aussi en Europe du nord et du nord-est. Elle est considérée comme l'espèce la plus courante en Suède et en Lettonie (RYDELL, 1990; PETERSONS & VINTULIS, 1998). Les observations des colonies de reproduction les plus septentrionales se situent dans le sud du Brandebourg (STEINHAUSER, 1997). Dans l'ensemble les observations ne sont pas fréquentes et se limitent surtout aux altitudes moyennes. SKIBA (1986, 1987, 1989) supposait, suite à des études par détecteur, que cette espèce a une aire de répartition plus ou moins continue en Allemagne du sud, qui suit les moyennes montagnes et les Alpes bavaroises. Il y a en outre quelques îlots de présence dans les contreforts des massifs montagneux (p. ex. SCHLAPP & GEIGER, 1990). L'espèce vit dans des espaces riches en forêts, mais on ne connaît pas grand-chose sur ses exigences spatiales en Europe centrale. Un projet actuellement en cours dans le sud du Brandebourg devrait apporter prochainement des connaissances sur les exigences d'habitat dans une région à pinèdes (Steinhauser comm. pers., 1999). DE JONG (1994) est le seul à avoir mené des études de télémétrie dans le nord de l'Europe (voir plus loin). MORGENROTH (1989) a trouvé régulièrement la sérotine de Nilsson dans les montagnes frontalières de l'est bavarois (Bayerischer Wald) chassant autour des lampadaires dans des villages, ce qui est décrit aussi par PETERSONS & VINTULIS (1998) et RYDELL (1990). Les découvertes de gîtes de reproduction ont lieu pour la plupart dans des fentes, dans ou sur des bâtiments (HOLZHAIDER, 1998; SPITZENBERGER, 1986). On ne peut pas évaluer l'importance des arbres pour les colonies, car les données manquent.

La sérotine de Nilsson est considérée comme une espèce tolérante au froid. Ceci est confirmé par le fait que cette

espèce est la seule espèce de chauve-souris à réussir à élever des jeunes au-delà du cercle polaire. Ainsi on trouve rarement des animaux de cette espèce en Europe centrale dans des ambiances chaudes, mais plutôt dans des situations plus froides et en altitude.

Depuis les années 50, seules 68 sérotines de Nilsson ont été baguées en Allemagne de l'ouest dans les grottes d'Ober Stollen (Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). En Allemagne de l'est on en a bagué presque 900 jusqu'en 1995 d'après ZÖPHEL (1998).

Dans le cadre de ce projet, la sérotine de Nilsson n'a pas fait l'objet d'études plus détaillées. Les données sur les exigences écologiques proviennent donc surtout de la littérature comme DE JONG (1994). Les individus étudiés en Suède avaient des comportements très différents entre mai et fin août en relation avec l'offre en insectes : alors qu'elles chassaient en mai et juin surtout au-dessus des étangs eutrophes peu profonds à proximité des colonies (distance maximale 600 m), cette activité de chasse se déplaçait en été vers l'exploitation de coupes rases, forêts résineuses et espaces agricoles. Plus tard dans l'année (août) elles entreprenaient des excursions alimentaires jusqu'à une distance de 15 km de la colonie vers un lac eutrophe. Quelques parcours les ont emmenées sur des distances de 20-30 km. A cette période de l'année, les forêts de feuillus fournissaient aussi des réserves alimentaires importantes pour les sérotines de Nilsson. Les animaux avaient des phases de repos nocturne contre des arbres, souvent ensemble avec d'autres animaux de la même colonie. Les chauves-souris ne suivaient pas les éléments linéaires du paysage, mais choisissaient toujours le chemin le plus court.

Lors d'études au détecteur, PETERSONS & VINTULIS (1998) ont trouvé la sérotine de Nilsson chassant surtout dans un habitat semi-ouvert caractérisé par des arbres, lacs, étangs et rivières. On l'observe beaucoup le long de routes forestières.

On trouve des études sur l'écologie alimentaire chez RYDELL (1986, 1989a) et BECK (1995). Ce sont les diptères avec les moustiques et chironomes qui dominent, suivis des lépidoptères et coléoptères. La sérotine de Nilsson est capable de vol rapide et chasse surtout dans un espace aérien libre. L'écosystème forestier ne semble pas adapté comme territoire de chasse, au moins dans ses strates les plus denses. Des forêts claires de montagnes ou des pinèdes peuvent par contre être des territoires de choix sous nos latitudes.

Cette espèce est probablement plus ou moins régulièrement présente en Allemagne en altitude. Dans les Alpes bavaroises un gîte de reproduction a été trouvé dans un chalet à plus de 1000 m d'altitude (HOLZHAIDER, 1998). Les stations d'altitude des moyennes montagnes peuvent aussi servir tant qu'elles offrent des espaces dégagés ou des forêts claires avec une production d'insectes importante.

On ne connaît pas d'observations dans des nichoirs de la région d'étude. Il faut certainement tabler sur le fait que cette espèce choisit ses gîtes dans des bâtiments surtout en été, et dans des fentes rocheuses ou des grottes souterraines en hiver. Il existe en revanche des observations en nichoirs dans d'autres pays : GERELL (1985) a trouvé *Eptesicus nilsonii* au sud de la Suède, dans un nichoir en bois dont la construction imitait l'écorce décollée. PETERSONS & VINTULIS (1998) ont aussi des données pour cette espèce dans des nichoirs à oiseaux. La découverte d'une femelle isolée avec son petit a amené ces auteurs à la supposition que cette espèce pourrait aussi élever ses petits avec succès dans des nichoirs ou dans les arbres.

Lors des inventaires menés dans le cadre du projet, la sérotine de Nilsson a été entendue au détecteur dans 5 forêts en été, trois fois en forêt de montagne (Alpes bavaroises, Bayerischer Wald) et deux fois en Saar.

L'importance de la forêt comme habitat pour la sérotine de Nilsson

On ne peut pas juger définitivement de l'importance de la forêt sous nos latitudes pour la sérotine de Nilsson. Une combinaison d'espaces ouverts, d'eaux calmes et de forêts claires riches en feuillus semble offrir des conditions idéales pour une colonisation dans des régions à climat plus froid.

La sérotine de Nilsson choisit régulièrement la forêt d'altitude jusqu'à 1500 m comme habitat. Là on devra oeuvrer tout particulièrement à favoriser cette espèce de chauve-souris dans la gestion forestière. Le maintien d'arbres vieux ou morts riches en cavités et fentes (et aussi à écorce décollée) met à disposition des gîtes potentiels dans des peuplements ou en lisière.

3.2.8. La sérotine bicolor (Vespertilio murinus LINNAEUS, 1758)

La sérotine bicolor est, avec les trois espèces de noctules, la pipistrelle de Nathusius et le minioptère de Schreibers, une des six espèces de chauves-souris qui migrent régulièrement à de grandes distances d'une façon saisonnière. Des reprises de bagues ont montré qu'elle peut parcourir des distances allant jusqu'à 1400 km entre l'Estonie et la Haute-Autriche (MASING, 1989). Son aire de distribution est centrée sur les steppes et steppes forestières d'Asie centrale. Les stations signalées en Allemagne se trouve par conséquent à la limite ouest de son aire de répartition. Les observations en Allemagne et en Europe centrale sont rares. Actuellement on ne connaît que peu de gîtes (probablement moins de dix) de reproduction dans des

bâtiments (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999), même si des données existent dans presque chaque land fédéral. Il faut mettre ce phénomène en rapport avec les attitudes de migration ou l'organisation sociale des mâles. L'espèce forme des groupes de mâles riches en individus ; on a déjà compté plus de 200 animaux ensemble.

Des parois rocheuses (ou leur pendant artificiel, p. ex. grattes-ciel ou églises hautes) semblent représenter pour la sérotine bicolore des lieux d'« exhibition » importants. Les mâles y exécutent leur vol nuptial en fin d'automne et jusqu'en hiver (p. ex. v. HELVERSEN, 1989a ; v. HELVERSEN *et al.*, 1987 ; observations par l'auteur le 28 décembre à Munich). WEID (1988) a observé ces vols nuptiaux aussi en habitat naturel dans des hêtraies et au-dessus des routes forestières dans ces mêmes sites dans les Rhodopes au nord de la Grèce.

La sérotine bicolore est en général considérée comme une espèce tolérante au froid, qui se fait remarquer par des accouplements tardifs en saison. Par conséquent on constate beaucoup de colonies en Europe centrale, non pas dans des zones favorisées par la chaleur, mais plutôt dans des régions à climat frais.

En comparaison avec les autres espèces, la sérotine bicolore n'a pas été étudiée intensément à cause de sa rareté et de la difficulté à la découvrir. La majeure partie des connaissances sur ses exigences écologiques provient de travaux réalisés en Scandinavie, en Suisse et en Tchéquie (BECK, 1995 ; RYDELL, 1989c ; JABERG *et al.*, 1998 ; BAUEROVA & RUPRECHT, 1989). Récemment seulement, des études d'écologie alimentaire ont été menées en Allemagne (BURGER, 1999) et nous ne pouvons pas encore dire grand-chose à propos des exigences réelles vis-à-vis de l'habitat sous nos latitudes. Des analyses d'excréments d'un gîte de reproduction en Brandebourg ont montré que les proies principales sont les chironomes, papillons et coléoptères. La sérotine bicolore chasse probablement de préférence au-dessus des eaux calmes et des fleuves à cours lent, mais aussi occasionnellement près de forêts (BURGER, 1999). Toutes les autres analyses de régime alimentaire ont des résultats concordants, avec une prépondérance (plus de 50 %) des diptères tels que moustiques et chironomes, suivis des trichoptères. Ensuite on trouve les lépidoptères et les névroptères. Le principal espace de chasse serait au-dessus des plans d'eau. Une étude par radio-pistage en Suisse (JABERG *et al.*, 1998) apporte des résultats équivalents. Les résultats d'observations au détecteur en Haut-Palatinat (Bavière), où des sérotines bicolors sont régulièrement entendues à proximité d'un gîte de reproduction en train de chasser au-dessus d'une retenue (LEITL, 1998), les confirment. Sa morphologie permet à la sérotine bicolore un vol rapide en espace aérien libre (comme pour la noctule). L'habitat forestier ne semble pas adapté comme territoire de chasse, au moins dans ses strates denses. Dans les forêts claires des steppes arborées, où se trouve probablement

le centre de répartition de cette espèce, les arbres espacés ne gênent guère son vol. Les marécages et plans d'eau proches offrent une alimentation suffisante.

Cette espèce est plus ou moins régulièrement présente dans les régions d'altitude en Allemagne dans les Alpes bavaroises. De nouvelles découvertes ont eu lieu dans des espaces entre des planches servant de déflecteurs de vent sur des chalets d'alpages (HOLZHAIDER, 1998). Les régions d'altitude des moyennes montagnes pourraient aussi être adaptées, tant qu'elles offrent des espaces libres ou des forêts claires.

Depuis les années 50 on a bagné 8 animaux seulement en Allemagne de l'ouest (Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) ; en Allemagne de l'est il y en a eu quand même 134 jusqu'en 1995 (ZÖPHEL, 1998).

Des découvertes ont lieu en règle générale dans des gîtes en forme de fentes, souvent sur des bâtiments (p. ex. tuiles ou couvertures de garages). Dans la région d'étude on ne connaît pas d'observation en nichoir. LIKHACHEF (1980) a trouvé des colonies de femelles dans des nichoirs dans la zone à steppe forestière à 100 km au sud de Moscou, tandis que d'autres auteurs russes décrivent des gîtes en cavités d'arbres et des toitures en bardeaux sur des maisons en bois (KURSKOW, 1968). En hiver elle recherche des fentes rocheuses.

La sérotine bicolore a été capturée au filet une seule fois lors des études faunistiques dans le cadre du projet dans la réserve de biosphère Spreewald (voir Tableau 31, chapitre 3.5.2.). On n'a pas encore découvert d'éventuels gîtes de reproduction à proximité.

L'importance de la forêt comme habitat pour la sérotine bicolore

Les données disponibles ne permettent pas d'évaluer correctement l'importance de la forêt sous nos latitudes pour la sérotine bicolore. La présence de falaises combinées à de la forêt claire semble offrir des conditions idéales pour une colonisation. Là où se trouvent de vastes plans d'eau, ils servent volontiers à la chasse. La faible densité de cette espèce migrante en été est due plus à la situation de l'Allemagne en marge de son aire de répartition, qu'au manque de gîtes. Là où la sérotine bicolore est présente, on devrait proposer des gîtes potentiels à proximité des forêts claires, comme des arbres à cavités ou avec de l'écorce écartée laissés dans ou en bordure de peuplement.

3.2.9. La pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus* [SCHREBER, 1774])

La plus petite représentante de nos chauves-souris autochtones est la pipistrelle commune, une proche parente de la pipistrelle de Nathusius. Elle est présente partout en Allemagne, mais elle n'habite pas la forêt. Dans les régions d'étude elle n'a été découverte que rarement dans des cavités d'arbres ou en nichoir. Nous observons occasionnellement des activités de vol en forêt lors de captures au filet ou au détecteur. On nous a signalé des découvertes de gîtes forestiers de reproduction uniquement en Mecklembourg-Poméranie occidentale et en Brandebourg (voir Tableau 22). Rarement mais régulièrement on nous signale des découvertes qui proviennent de nichoirs (p. ex. DIETERICH & DIETERICH, 1991; FUHRMANN, 1992; KRAUS, 1989; LABES *et al.*, 1990; ZIMMERMANN, 1992). GERELL (1985) décrit tout de même, dans sa forêt d'étude au sud de la Suède, une pinède où huit types différents de nichoirs sont colonisés par la pipistrelle commune, alors que d'autres espèces de chauves-souris, telles que la noctule commune, le murin de Daubenton et l'oreillard gris n'en colonisent que trois ou quatre types différents. EICHSTÄDT & BASSUS (1995) rapportent par exemple des découvertes de gîtes dans des arbres très vieux, blessés ou morts, dans de vieilles réserves ou dans des futaies de chênes. Une découverte curieuse pour l'exploitation de la forêt comme habitat a eu lieu dans le cadre d'un projet de recherche en forêt de la faculté des sciences forestières de l'université de Munich: un mâle de pipistrelle commune a été pris dans un piège en juin 1995 dans la réserve naturelle «Platte» (district Kelheim, basse Bavière) à 5 m de hauteur environ dans l'espace aérien libre. Le piège avait été installé pour capturer des invertébrés (Holger Schubert, comm. pers. 1997).

Le principal habitat de la pipistrelle commune est constitué des lotissements et de leur environnement direct. Un projet étude et développement (= E+E projet) mené dans le district de Marburg (Hesse) par l'Office Fédéral pour la Protection de la Nature étudie actuellement les changements de gîtes et l'occupation de l'espace chez la pipistrelle commune. Les seules études par télémétrie de la pipistrelle commune nous proviennent à ce jour d'EICHSTÄDT (1995) dans le nord du Brandebourg. Les habitats les plus importants signalés dans cette étude sont des espaces ouverts et la forêt. On entend par espace ouvert des espaces à proximité de lacs et à 10 m des lisières forestières. A l'intérieur des forêts, elles volaient dans des futaies plus claires de hêtres et de chênes pédonculés, ainsi que dans les bordures des futaies résineuses d'âge moyen. Les territoires de chasse avaient une surface d'environ 3 ha. Les animaux occupaient la plupart du temps les houppiers des vieux arbres à grande hauteur (> 20 m) dans des espaces dont la couverture forestière était de 70 % (EICHSTÄDT & BASSUS, 1995).

Une grande proportion des pipistrelles communes baguées l'ont été dans des gîtes appelés «gîtes d'invasion» (environ 2/3 des plus de 7000 baguages réalisés en Allemagne de l'ouest, Kiefer & Hutterer *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Ce chiffre a de nouveau fortement augmenté ces dernières années en relation avec le projet E + E dans la région de Marburg-Biedenkopf. La pipistrelle commune occupe le 4^e rang parmi toutes les espèces de chauves-souris baguées, avec presque 19000 animaux rien que dans les Länder de l'est (ZÖPHEL, 1998).

On n'a pas encore beaucoup de connaissances sur les exigences écologiques de la «pipistrelle commune 55 kHz» (*Pipistrellus pygmaeus/mediterraneus*, HÄUSSLER *et al.*, 1999; Häussler *et al.*, en préparation) et la distinction de sa niche écologique par rapport à *Pipistrellus pipistrellus*, ni sur sa répartition réelle en Allemagne. D'après les études anglaises (BARLOW, 1997; OAKELEY & JONES, 1998), il semble que cette espèce de chauve-souris, probablement la plus petite d'Europe, se nourrit surtout de chironomes et de Cératopogonidés (moucheron), et qu'elle est présente de préférence dans des paysages riches en eau. Nous avons les premiers indices de présence de cette espèce dans des forêts alluviales. ARNOLD (1999) a trouvé, par exemple lors d'études dans les plaines rhénanes du nord badois, des mensurations inhabituellement petites sur des pipistrelles communes, indiquant qu'il pourrait s'agir de cette nouvelle espèce. Dans des plaines rhénanes de la Hesse, on a déjà découvert des gîtes de reproduction dans un bâtiment (HERZIG, 1999). Il faut tenir compte de ce contexte d'incertitude pour les rapports et constats dans cette étude: il faudrait vraisemblablement associer l'une ou l'autre observation à la nouvelle espèce.

Les pipistrelles communes mangent jusqu'à un tiers de leur propre poids corporel en une nuit (EICHSTÄDT & BASSUS, 1995; Kurskow *in* SCHÖBER & GRIMMBERGER, 1998). La composition de leur alimentation a été analysée dans différents travaux d'écologie alimentaire en Grande-Bretagne, Suisse et Allemagne. Tous les travaux accordent la part principale aux diptères. Des papillons, coléoptères ou d'autres insectes suivent (BECK, 1995; EICHSTÄDT & BASSUS, 1995; HOARE, 1991; SWIFT *et al.*, 1985). Son alimentation désigne la pipistrelle commune comme une espèce de chauve-souris flexible, qui chasse dans divers types d'habitats. EICHSTÄDT (1995) la classe avec le murin de Daubenton, la pipistrelle de Nathusius et la noctule commune parmi les opportunistes.

Dans la littérature spécialisée il n'y a que peu d'indications de présence de gîte de reproduction de la pipistrelle commune en forêt (Tableau 22).

Dans le cadre du projet, la pipistrelle commune a été observée dans 12 forêts (dont 5 alluviales), souvent au détecteur, ce qui indique au moins l'utilisation occasionnelle de la forêt comme territoire de chasse. En forêt alluviale, il faudrait rechercher davantage la nouvelle espèce.

Tableau 22: Gîtes de reproduction de la pipistrelle commune en forêt (sélection).
GR = gîte de reproduction.

Land fédéral	Source	Gîte	Forêt
Mecklembourg-Poméranie occidentale	FISCHER, J. A. & S. KISSNER (1994) Nachweis einer Wochenstube der Wasserfledermaus in einem Vogelnistkasten bei Waren/Müritz sowie Bemerkungen zur Lebensweise und zur Artbearbeitung in Südthüringen. <i>Nyctalus</i> 2: 173-180.	29.7.87 : GR avec 61 animaux en <i>cavités d'arbres</i>	Chêne creux solitaire
Mecklembourg-Poméranie occidentale	LABES, R. (1989a) Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Schwerin-Land, Mecklenburg. Pop. Ökologie v. Fledermausarten. Rapport scientifique de l'Université de Halle; partie II	1984-1987 : constat en 5 <i>massifs à nichoirs</i> , aussi avec GR	5 différents massifs à nichoirs, surtout hêtraies, ainsi qu'une plantation d'épicéa voire pin pure
Brandebourg	EICHSTÄDT, H. & W. BASSUS (1995) Untersuchungen zur Nahrungsökologie der Zwergfledermaus (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>). <i>Nyctalus</i> 5(6): 561-584.	1989-1991 : GR avec 13-35 ♀ dans des <i>nichoirs</i> et vieux <i>arbres</i>	3 massifs : - forêt résineuse mélangée avec pin dominant - hêtraie de tous âges avec peuplements de vieux chênes et fourrés d'épicéa et mélèzes - pinèdes, vieille chênaie, taillis humides d'aulnes, zones à type taillis

L'importance de la forêt comme habitat pour la pipistrelle commune

La forêt constitue certainement un élément important de l'espace fonctionnel utilisé par cette espèce. Elle est probablement exploitée d'une façon saisonnière et avant tout par des mâles solitaires. Mais son principal habitat se situe en dehors de la forêt. Les ressources de nourriture sont par exemple les haies, les lisières forestières, l'eau et l'environnement villageois direct. C'est à la recherche scientifique d'étudier dans l'avenir les différences de mode de vie entre la pipistrelle commune et *Pipistrellus mediterraneus*, l'espèce nouvellement décrite. Elle constitue peut-être la « forme forestière » de la pipistrelle commune.

3.2.10 L'oreillard gris (*Plecotus austriacus* [FISCHER, 1829])

Tel le murin à oreilles échancrées, l'oreillard gris, cousin de l'oreillard roux, est une espèce thermophile qui montre une grande fidélité à son habitat. Ce n'est que depuis le milieu du XX^e siècle que les deux espèces d'oreillards sont reconnues, voire ont été redécouvertes comme étant des espèces distinctes pour l'Europe centrale (BAUER, 1960). L'espèce est observée avant tout en

plaine et les gîtes de reproduction sont exclusivement en bâtiments (surtout poutres faîtières, espaces au niveau des poutres, cavités murales). On le trouve souvent en association avec d'autres espèces telles que le grand murin, l'oreillard roux ou plus rarement le petit rhinolophe (RICHARZ & LIMBRUNNER, 1999). Des observations d'animaux solitaires en nichoirs sont rares (ALBRECHT, 1998; SCHMIDT, 1985b). On trouve cette espèce rarement mais régulièrement au centre et dans le sud de l'Allemagne, dans des régions xéothermes (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999).

L'oreillard gris a été plus intensément étudié en Allemagne de l'Est qu'en Allemagne de l'Ouest. Jusqu'en 1995 plus de 1000 baguages ont été recensés à Dresde (ZÖPHEL, 1998). Pour le centre de baguage de Bonn, il y en avait à peine 400 (Kiefer & Hutterer *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). La plupart des animaux ont été bagués dans des gîtes de reproduction dans des bâtiments pendant les années 90.

Ce n'est que récemment que des études par télémétrie dans le Bade-Wurtemberg, en Suisse et en Rhénanie-Palatinat ont apporté les premières connaissances sur les comportements de l'oreillard gris dans son habitat (ARNOLD, 1999; FLÜCKIGER & BECK, 1995; KIEFER, 1996). Malgré des différences individuelles très prononcées, on peut constater que certains animaux utilisent intensément la forêt comme territoire de chasse. Pour les 9 animaux étudiés dans la région de la Nahe en Rhénanie-Palatinat, plus d'un tiers du temps d'activité se situait en forêt avec un net avantage pour la forêt feuillue (haute futaie de

hêtre, KIEFER, 1996). Des lisières et prairies forestières étaient survolées à la recherche de nourriture. La chasse dans l'espace des houppiers de grands arbres (marronniers et tilleuls) à proximité immédiate du bâtiment de gîte a été observée dans les trois études. Les animaux chassent aussi dans des espaces aériens libres («aerial hawking»). La distance des territoires de chasse au gîte allait jusqu'à 5,5 km dans une étude située dans les plaines rhénanes du nord badois (ARNOLD, 1999). L'animal chassait dans l'environnement villageois, les jardins et dans la forêt alluviale du Rhin.

BAUEROVA (1982), BECK (1995), CASTOR *et al.* (1993), KIEFER (1996) et MEINEKE (1991) ont mené des analyses de régime alimentaire en Europe centrale sur l'oreillard gris. Ils ont démontré que l'oreillard gris glane des animaux-proies sur le substrat, mais qu'il chasse aussi bien dans l'espace aérien libre. Le gros de ses proies appartient à la famille des Noctuidés. Les coléoptères et les diptères, avec différents pics saisonniers, peuvent s'ajouter à la proie principale, les papillons, ou s'y substituer lors qu'ils viennent à manquer. L'oreillard gris use plus rarement de la technique du «glanage» que l'oreillard roux d'après BECK (1995) et BAUEROVA (1982).

La densité de population est d'un individu pour 9,3 km² dans l'ouest de la Bohême (HURKA, 1989), et d'un individu pour 2 km² dans le canton de Bad-Kreuznach en Rhénanie-Palatinat (KIEFER, 1996).

Dans le cadre du projet, des oreillards gris ont été trouvés dans deux forêts alluviales, et capturés au filet dans la vallée du Rhin du nord badois et dans la réserve de biosphère de la Spreewald.

L'importance de la forêt comme habitat pour l'oreillard gris

La forêt est pour l'oreillard gris une ressource importante en insectes-proies, tout comme les vergers et les prairies. Cette espèce utilise plus facilement les milieux ouverts que l'oreillard roux. Ses gîtes sont aussi en général en dehors du milieu forestier. Les buissons du sous-étage forestier et les lisières riches en arbustes sur lesquels les chenilles des papillons-proies peuvent se développer sont visités par l'oreillard gris. La forêt est donc un élément important parmi les biotopes de cette espèce.

3.3. GÎTES

Les chapitres 3.3.1 à 3.3.3 traitent de la problématique de la «ressource gîte» d'une façon étendue. Nous voulons ainsi informer complètement le lecteur sur ce sujet pour lui permettre de reproduire les principales réflexions qui

permettent de déduire les exigences des chauves-souris envers leurs gîtes.

Exigences en gîte ; fonctions du gîte

On ne connaît pas encore les **exigences** en gîtes pour toutes les espèces de chauves-souris. Généralement on décrit les exigences simplement par «fente» ou «cavité», mais les **fonctions** de base que doit en principe assurer un gîte sont :

- protection contre les éléments (p. ex. eau, vent) ;
- microclimat stable (environnement thermostable) ;
- protection envers les prédateurs (p. ex. martres) ;
- espace pour créer une colonie (p. ex. économie d'énergie de la régulation thermique par formation de «clusters») ;
- lieu d'interactions sociales.

On peut toutefois aussi entendre par **fonction** le rôle d'un gîte dans la vie d'une chauve-souris. On entend alors généralement par là le rôle saisonnier des gîtes pour l'hibernation, la mise bas et l'élevage des jeunes, les comportements de rut et les accouplements ou le rôle de gîte intermédiaire ou de repos des espèces migratoires. Le même gîte peut avoir ces différentes fonctions à différentes périodes de l'année.

Le choix des gîtes influence d'une façon importante la survie et la résistance de la chauve-souris. L'offre en gîtes et leur qualité a une influence sur la capacité de survie des chauves-souris.

Nous appelons gîtes naturels les cachettes dont la genèse n'a pas fait intervenir la main de l'homme. Les gîtes artificiels sont par contraste d'origine humaine, créés d'une façon voulue (nichoirs) ou non voulue (fentes murales).

3.3.1. Gîtes naturels

Un gîte naturel se trouve en forêt sur ou dans un arbre. La chauve-souris occupe des gîtes quand une fente ou une cavité remplit les conditions et fonctions nommées plus haut, au mieux toutes et au moins temporairement.

Les observations de chauves-souris en gîtes naturels proviennent souvent de découvertes dues au hasard lors de travaux d'exploitation ou d'entretien d'arbres. Trop peu de travaux scientifiques se sont penchés intensément sur le **choix du gîte** par les chauves-souris et sur les critères de choix, à cause des difficultés méthodologiques. La télémétrie a apporté lors de ces dernières années des données pour toutes les espèces considérées dans ce volume, mais les cavités d'arbres n'ont pas été inspec-

tées et mesurées plus précisément. Dans quelques cas l'effort nécessaire a été fourni par contre d'une façon systématique (p. ex. FRANK, 1997; FUHRMANN & GODMANN, 1991, 1994; RIEGER, 1996a; STRATMANN, 1978; STUTZ & HAFFNER, 1985). Nous disposons ainsi de quelques informations sur l'occupation de cavités d'arbres par des noctules communes, oreillards roux, murins de Bechstein et de Daubenton. On trouve dans les travaux de FUHRMANN & GODMANN (1994) des esquisses détaillées de gîtes d'arbres naturels occupés par des oreillards roux et des murins de Bechstein.

Typologie, origine et durée de vie de gîtes naturels

Nos chauves-souris autochtones ne « construisent » pas de gîtes, elles dépendent complètement de cachettes présentes. Par principe on distingue deux **types de gîtes**, le « **type cavité** » et le « **type fente** ». Le premier procure aux chauves-souris un espace plus ou moins « volumineux », quelle que soit son origine, où elles peuvent se suspendre librement ou par « grappes ». Le second type donne souvent un contact très serré entre la paroi du gîte et le dos et le ventre de l'animal. Ces fentes peuvent être étroites (1-2 cm). Mais lorsque ces fentes ont une profondeur suffisante, elles peuvent aussi donner place à des gîtes de reproduction (p. ex. barbastelle, voir Steinhäuser in MESCHÉDE *et al.*, 2002). Ceci signifie une multitude et une grande variabilité de possibilités de gîtes en forêt. Les types suivants sont occupés par des chauves-souris :

Type « cavité »

Trou de pic : On ne trouve que très peu d'indications sur l'espèce de pic qui a creusé les cavités occupées par des chauves-souris. Toutefois, STRATMANN (1978) déclare que les espèces de chauves-souris de taille moyenne à grande investissent principalement des trous abandonnés par le pic épeiche et le pic vert, et choisissent moins fréquemment celles du pic noir à cause d'une pression concurrentielle plus forte d'autres occupants secondaires tels l'écureuil, la martre et la chouette. L'occupation de trous du pic noir par des groupes de reproduction de noctules communes a pourtant été constatée (HEISE, 1985a; HEISE & BLOHM, 1998). HEISE (1985a) a trouvé des noctules communes dans des trous de pic épeiche et de pic vert. Dans la ville de Zurich, sur 125 cavités qui étaient occupées par la noctule commune, 106 étaient des trous de pic épeiche et deux de pic noir, ce qui reflète bien sûr aussi l'abondance relative des espèces de pic. Il semble que les trous de pics deviennent intéressants pour les chauves-souris quand leur plafond commence à se détériorer sous l'effet de la pourriture et s'étend vers le haut, produisant des structures en fentes crevassées. On peut expliquer ainsi que des espèces de chauves-souris connues comme des « occupantes exclusives de fentes » soient observées

aussi dans des cavités d'arbres (p. ex. barbastelle). Mais il existe aussi des observations qui indiquent l'occupation de trous de pic récents (occupation brève en seconde année par des murins de Daubenton, FRANK, 1997). Des cavités probablement creusées par des pics épeichettes en dessous de branches sont occupées par des noctules de Leisler dans le massif forestier de Eilenriede à Hanovre (Mühlbach in MESCHÉDE *et al.*, 2002).

Comment peut-on reconnaître les arbres à pic et ainsi les arbres potentiels à chauve-souris ?

Les pics creusent en général leurs trous dans du bois abîmé et tendre. La seule exception est ici le pic noir, qui creuse aussi des trous dans des troncs intacts. Les arbres à pic montrent souvent des signes de décollement de l'écorce. ZAHNER (1993) a démontré que les stations forestières hydromorphes, telles que p. ex. des talwegs et ruisseaux, présentent une augmentation significative du nombre de trous de pics, ce qui est lié à une tendance de pourrissement accru sur ces sites. En plus, les arbres à pics ont généralement un diamètre supérieur à 30 cm. Les cavités sont installées de préférence à une hauteur comprise entre 5 et 15 m.

L'essence et l'âge des arbres ont de l'importance pour les pics lors de la construction de cavités (d'après HAVELKA & MITTMANN, 1997; SCHERZINGER, 1996) :

Pic noir : préfère les hêtres à fût long (diamètre supérieur à 35 cm), ainsi qu'occasionnellement et régionalement les pins, sapins, mais aussi chênes, épicéas et tilleuls. Les hêtres sont probablement préférés à cause de leur exploitabilité durable (confirmée jusqu'à 45 ans; ouvertures ovales de 9 x 13 cm, avec une nouvelle cavité tous les 3-4 ans, KÜHLKE, 1985).

Pic épeiche : faible spécialisation sur des essences d'arbres, par exemple bois tendres tels qu'aulne, peuplier, saule, tilleul, marronnier et bouleau, mais aussi frêne, merisier et épicéa; diamètre de l'entrée du trou d'environ 4,5 cm; construction nouvelle au besoin, éventuellement tous les ans, dans du bois mort, mais jamais pourri.

Pic mar : bois de toutes dimensions, de préférence chênes de plus de 120 ans; diamètre de l'entrée du trou environ 4 cm; souvent aussi sur des branches latérales.

Pic épeichette : surtout sur du bois à faible diamètre ou mort, préfère des bois tendres en forêts alluviales, absent en pessière; cavités de reproduction aussi dans des vieilles branches parfois par en dessous et souvent dans l'espace du houppier; diamètre de l'entrée du trou d'environ 3 cm; souvent dans du bois mort ou pourri, donc plus souvent reconstructions nouvelles que les autres espèces de pics.

Pic à dos blanc : bois feuillus morts ou affaiblis, donc reconstruction éventuellement nécessaire tous les ans, de préférence en hêtre ou érable sycomore en forêt de montagne.

Pic tridactyle: bois résineux morts (épicéa, pin, sapin) en forêt de montagne au-dessus de 1000 m; il écorce des arbres, soulève des lambeaux importants d'écorce décollée, reconstruction annuelle.

Pic vert: chêne, fruitiers, diamètre de l'entrée du trou d'environ 6 cm, reconstruction régulière au besoin.

Pic cendré: merisier, hêtre, peuplier, diamètre de l'entrée du trou d'environ 6 cm, reconstruction régulière au besoin.

Les pics préfèrent les feuillus aux résineux, parce qu'ils n'ont pas d'écoulement de résine, plus souvent des branches mortes, et parce que la cicatrisation des entrées de cavités est moins rapide. Le bourrelet de cicatrisation a l'avantage d'empêcher la pénétration de l'eau de pluie.

La gestion forestière, en choisissant les essences, a donc indirectement une grande influence dans la protection des chauves-souris si l'on tient compte de l'origine des gîtes par les constructeurs de cavités.

La protection des chauves-souris (de leurs gîtes) est donc en partie directement liée aux objectifs de la protection des pics. Les principaux buts de la protection des pics sont (d'après HAVELKA & MITTMANN, 1997, complété):

- maintien d'arbres à cavités (marquage pour un renoncement durable à l'exploitation) distants d'au moins 100 m (cette distance est éventuellement trop importante pour des chauves-souris, si l'on tient compte des interactions sociales p. ex. des activités de rut et d'accouplement, voir Tableau 25, en particulier pour les noctules communes et noctules de Leisler);
- établissement d'un recrutement d'arbres potentiels, en particulier pour les espèces de pics plus grands, qui ne creusent des cavités que dans des arbres âgés, de plus de 30 cm de diamètre;
- maintien de chênaies ou forêts mixtes à chênes (dix chênes réservés/ha); maintien d'îlots de vieilles hêtraies (aussi sur des sommets) de 0,5 à 5 ha de surfaces dispersées dans des massifs forestiers; maintien de vergers reliés aux forêts feuillues.

La cavité de pic, une fois creusée, reste à disposition de ses utilisateurs jusqu'à sa dégradation naturelle, donc pour 50 ans et plus, à moins que l'arbre ne soit coupé avant. BLUME (1993) décrit l'utilisation d'un trou de pic noir pendant 30 ans et FRANK (1997) a observé, 30 ans après la construction d'un trou par le pic cendré, son occupation par un groupe d'hibernation de 700 noctules communes. L'accumulation de matériaux de nidification, excréments, ruches d'hyménoptères, etc. peuvent rendre une cavité provisoirement inutilisable. Mais la décomposition des matériaux, favorisée aussi par les agents de décomposition des excréments, et la vidange active des matériaux (mais pas par les chauves-souris elles-mêmes) permet après un certain temps leur recolonisation. Des

cavités deviennent inhabitables quand la cicatrisation referme trop l'entrée, que l'eau de pluie change le climat intérieur d'une façon trop importante, ou quand des champignons remplissent tout l'espace.

Cavité par pourriture / cavité par arrachement:

l'arrachage de branches secondaires provoque souvent l'apparition d'une petite cavité, qui s'étend peu à peu par pourriture sur toute la branche et crée des cavités spacieuses. Tant que les cavités ne sont pas exposées à la pluie, elles peuvent servir de gîte aux chauves-souris. Elles sont souvent bien accessibles et offrent un espace d'envol libre. La sécurité devant la menace d'une attaque y est souvent supérieure à une cavité dans le tronc. Des cavités par pourriture peuvent commencer au pied de l'arbre. Elles ont souvent leur origine dans une blessure mécanique (rupture de brin de cépée en taillis, chablis d'un arbre voisin, dégâts de débardage, écorçage par le cerf, brûlure, dégâts de foudre, incendie, ceinturage par le pic, etc.). Ces cavités sont souvent étroites, mais montent souvent bien haut et abritent ainsi d'importantes accumulations de chauves-souris. Les cavités avec l'ouverture en bas ne souffrent pas de la concurrence des espèces d'oiseaux cavernicoles et des petits et moyens mammifères. Les excréments tombent comme dans les cavités de « type fente » (voir plus loin) et évitent ainsi le contact des chauves-souris avec les fèces parasitées. Il faut aussi compter les cavités de fourches dans le type des cavités par pourriture. Leur formation a généralement pour origine des dégâts de tempête. Les résineux ne forment que rarement des cavités en fourche à cause de leur architecture. Tant que l'eau de pluie ne peut pas pénétrer par le haut et créer un microclimat humide, et tant qu'il y a des entrées latérales, ces cavités peuvent servir de gîte à chauves-souris. Elles peuvent généralement héberger de nombreux individus. On a pu prouver l'utilisation de tels gîtes à plusieurs reprises par télémétrie (p. ex. noctule de Leisler, voir Schorcht *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002; principal gîte de la noctule commune, PROKOPH, 1998, et nos propres observations, etc.). Le taux d'exploitabilité de telles cavités dues à la pourriture se situe par contre seulement autour de 25% (p. ex. FUHRMANN & GODMANN, 1991). RIEGER (1996a) a montré, en particulier dans la région de Rheinfal (Suisse), que le murin de Daubenton cherchait ses gîtes dans des cavités de pourriture avec ouvertures en fente dans des arbres, dont la valeur commerciale n'était plus que celle du bois de feu.

Des cavités de pourriture nécessitent dans certaines conditions 10-20 ans avant de devenir utilisables comme gîte. En principe on peut admettre les mêmes conditions de durabilité pour des cavités de pourriture que pour les trous de pic.

Type «fente»

- **A l'extérieur de l'arbre :** écorce morte et se détachant. Une telle écorce se détache souvent du tronc comme une tuile, avec un espace en bas protégeant ainsi de la pluie. Ces gîtes ne sont probablement pas utilisés pour l'hibernation faute de protection contre le gel. Des contrôles systématiques de tels gîtes manquent, et il n'y a par conséquent pas de données à ce sujet. Des observations récentes apporteraient quelques indices, d'après lesquels des espèces tolérant le froid pourraient par moments exploiter de tels gîtes aussi en hiver (p. ex. observations de la barbastelle par Steinhäuser à Fläming). L'écorce se détache suite à la mort de l'arbre, qui n'est pas obligatoirement vieux ou gros. HOHLFELD (1995) a trouvé par exemple, lors d'une étude ornithologique, des arbres avec de l'écorce décollée de moins de 20 cm de diamètre. La cause du détachement d'écorce peut aussi être la détérioration extérieure mécanique, tels des chablis dans le voisinage, dégâts de façonnage ou de débardage mécanique, dégâts par champignons ou écorçage par le cerf. D'autres gîtes extérieurs sur des arbres proviennent de la soudure entre deux arbres proches, ou de la formation de fourches.
- **A l'intérieur de l'arbre :** par la détérioration par pourriture du plafond de trous de pic, creux d'arrachement de branches, fentes du tronc dues à la foudre, etc.

Dimensions : on peut seulement spéculer sur les besoins réels des mensurations d'une cavité d'arbre pour les différentes espèces de chauves-souris. Les observations donnent une large palette en partant du volume d'une bouteille de bière jusqu'à la cavité très spacieuse. GÜNTHER *et al.* (1991) décrivent la cavité qui sert de gîte de mise bas aux murins de Bechstein : entrée 4,7 x 4,2 cm à une hauteur de 3,35 m, diamètre du tronc 25 cm, cavité agrandie de 15 cm vers le haut. STRATMANN (1978) a mesuré 46 trous de pic occupés par des chauves-souris et quatre cavités de pourriture (Tableau 23). Les données suivantes ont été récoltées par BONTADINA *et al.* (1991) pour 138 gîtes à noctules communes à Zurich : la hauteur totale de l'arbre dépassait en moyenne 25 m, le diamètre du tronc était supérieur à 50 cm pour plus de 50 % des arbres, et la plupart des trous de pics se trouvaient à une hauteur comprise entre 7 et 13 m. Les entrées des cavités étaient orientées vers la forêt la plus proche plus souvent qu'on aurait pu l'attendre si les directions étaient distribuées au hasard. On suppose aussi que la noctule commune préfère les trous de pics aux cavités de pourriture.

Dans la «Philosophenwald» à Giessen, la plupart des cavités se situent à une hauteur comprise entre 6 et 15 m, sans préférence pour une orientation particulière (FRANK, 1997). Le diamètre de plus de la moitié des arbres est supérieur à 50 cm, mais des cavités dans des troncs ou branches de moins de 20 cm sont aussi exploitées. Le volume des cavités utilisées est compris entre 0,3 et 53 litres. La plus petite et la plus grande étaient occupées

par la noctule commune. L'étude de trois espèces de chauves-souris, la noctule commune, la noctule de Leisler et le murin de Daubenton, n'a pas permis de déterminer une préférence pour un certain type de cavité (base : 60 gîtes de chauves-souris mesurés).

Tableau 23: Mensurations de cavités d'arbres occupées par des chauves-souris (d'après STRATMANN, 1978).

	Moyenne	Max.	Min.
Hauteur de l'entrée	7 m	12,4 m	3,10 m
Ouverture de l'entrée (diamètre)	5,5 cm	8,5 cm	4,5 cm
Diamètre intérieur de la cavité	12 cm	25,5 cm	5 cm
Hauteur de la cavité au-dessus du trou d'entrée	24,8 cm	71 cm	5,5 cm
Profondeur de la cavité en dessous du trou d'entrée	26,5 cm	81 cm	10 cm
Epaisseur de la paroi	Constante à 10 cm ; plus importante pour des cavités par pourriture		

FUHRMANN & GODMANN (1994) ont présenté différentes études sur les gîtes naturels de l'oreillard roux et du murin de Bechstein d'une façon schématique. Mais ils posent aussi la question de savoir si l'utilisation de gîtes plutôt inhabituels, tels les pieds d'arbres, doit être mise sur le compte du manque en gîtes adaptés, ou si l'on doit les compter dans le «répertoire normal». BONTADINA *et al.* (1991) ont la même attitude par rapport aux cavités sans espace d'envol libre. Dans ce cas le manque en gîtes adaptés pour la noctule commune pourrait être l'explication de l'occupation de gîtes qui semblent peu adaptés à cette espèce.

Taux d'exploitation et de déménagement dans l'année, fidélité aux gîtes

Les chauves-souris exploitent des gîtes arboricoles pendant toute l'année avec une intensité différente selon l'espèce (voir chapitre 3.6.2). Nous avons des observations isolées de presque toutes les espèces. Les découvertes les plus courantes sont celles des gîtes de la noctule commune. Ceci est probablement dû à ses grandes colonies peu discrètes, et donc à la facilité relative à les découvrir.

Utilisation comme gîte d'été/de mise bas

On a prouvé pour 14 espèces de nos chauves-souris autochtones qu'elles exploitent des gîtes arboricoles

comme gîte individuel (ce sont alors souvent des mâles solitaires) ou pour l'élevage des jeunes (voir Tableau 25). Ce nombre est équivalent au nombre d'espèces (16) découvertes en nichoir (voir chap. 3.3.2). Des observations d'individus solitaires du murin des marais et de l'oreillard gris sont rares. Pour les oreillards, seuls les mâles solitaires occupent des gîtes en forêt. Des gîtes de reproduction ont été découverts pour les espèces suivantes: noctule commune, noctule de Leisler, murin de Bechstein, murin de Natterer, oreillard roux, murin de Daubenton, pipistrelle de Nathusius, barbastelle, murin de Brandt et murin à moustaches. Des espèces dont la présence doit être confirmée: le grand et le petit rhinolophe, la sérotine de Nilsson, la pipistrelle commune, la sérotine commune et la sérotine bicolore, bien que cette dernière soit connue comme espèce typique des vastes steppes arborées des régions d'Asie centrale, où elle habite des fentes sous de l'écorce écartée. La pipistrelle commune et la sérotine commune peuvent tout à fait être observées dans des nichoirs, et ceci même pour la reproduction (voir Tableau 26 au chap. 3.3.2).

Utilisation comme gîte intermédiaire et d'accouplement

L'époque du rut et des accouplements des chauves-souris tombe en fin d'été et début d'automne. Pour certaines espèces les cavités d'arbres représentent entre août et octobre des gîtes importants, où se déroulent le rut et les accouplements. Les mâles des noctules communes et de Leisler par exemple adoptent une attitude d'occupation de territoires à cavités. Il semble très important qu'un certain nombre de cavités se trouvent en voisinage direct, où des interactions sociales peuvent se dérouler (SCHORCHT, 1998; Weid, comm. pers.).

Des gîtes en fente ont été découverts pour la barbastelle sur des pins dans le Fläming (Steinhauser *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002) et la pipistrelle de Nathusius sur un robinier dans les plaines rhénanes du sud badois (Kretzschmar, rapport du projet 1996).

Les gîtes intermédiaires sont aussi des lieux de repos qui ne servent que la nuit, pendant peu de temps, lors de mauvais temps ou pendant les phases de migration. Ils ne servent pratiquement pas aux chauves-souris durant le restant de l'année.

Utilisation comme gîte d'hibernation

Qu'un gîte en fente ou en cavité puisse servir pour l'hibernation depuis octobre/novembre à mars/avril dépend en règle générale de sa situation hors-gel. D'après SCHÖBER & GRIMMBERGER (1998) il est nécessaire qu'une paroi de cavité ait une épaisseur supérieure à 10 cm pour que des chauves-souris arboricoles y passent l'hiver. Mais des études dans la «Philosophenwald» de Giessen

démontrent que des noctules communes ne quittent pas leur gîte, même quand les températures sont pendant plusieurs jours de -10° à -15°C (FRANK, 1997). Des mesures récentes ont donné des variations extrêmes des températures entre -9° et $+25^{\circ}\text{C}$ tolérées par les noctules communes dans des gîtes en bâtiments sans provoquer un déménagement (Zahn *et al.*, en préparation). GEBHARD (1998) récapitule les six espèces découvertes jusqu'à aujourd'hui en hiver lors des exploitations forestières dans la région à climat doux de Bâle: grand murin, noctule commune et de Leisler, pipistrelle de Nathusius, murin de Bechstein et oreillard roux. La plus grande partie des chauves-souris passe probablement l'hiver dans des cavités souterraines hors-gel.

Animaux occupant des cavités d'arbres, dynamique de l'utilisation des cavités

Des cavités dans ou sur des arbres représentent des cachettes pour de nombreuses espèces d'animaux. D'après SCHERZINGER (1996), il y a 49 espèces différentes qui occupent ce type de gîte, dont environ 20 espèces d'oiseaux, 21 petits ou moyens mammifères (y compris des chauves-souris) et 8 invertébrés (surtout des insectes formant des essaims). Ce nombre est certainement un minimum.

L'utilisation de la même cavité par différentes espèces de chauves-souris se produit simultanément ou l'une après l'autre. On ne sait pas très bien quel rôle jouent ici les mécanismes de concurrence et de rejet entre différentes espèces. On dispose de certaines observations d'utilisation simultanée et consécutive du même gîte par des espèces différentes de chauves-souris, mais aussi par d'autres espèces d'animaux. FRANK (1997) a observé par exemple l'utilisation consécutive de la même cavité durant une année par la noctule commune, l'écureuil, l'abeille, le pic vert et de nouveau la noctule commune. La séquence des utilisations peut être stable plusieurs années de suite. L'utilisation simultanée de la même cavité par la noctule commune et des étourneaux, ou un groupe de noctules communes au-dessus d'une couvée de pic épeiche a été rapportée (FRANK, 1997). On peut aussi transposer très certainement des observations réalisées dans des nichoirs à des gîtes naturels. LEITL (1995) a trouvé des murins de Daubenton ensemble avec un essaim de guêpes, KÖNIG & KÖNIG (1995) citent la découverte de trois noctules communes avec une mésange charbonnière en octobre, de deux noctules communes avec une reine de frelon en avril et d'un murin de Natterer avec une reine de frelon en mai. Un peu plus tard ce même nichoir était occupé par un groupe de mise bas de murins de Natterer, la reine de frelon avait disparu. L'exploitation des données des contrôles de nichoirs de ces vingt dernières années dans le Bade-Wurtemberg a montré une augmentation de la population de loirs concomitante d'une baisse des nichées d'oiseaux (GATTER & SCHÜTT, 1999). Ces données ont aussi montré une augmentation des chauves-souris.

L'utilisation simultanée de gîtes par deux ou plus d'espèces de chauves-souris, donc des colonies mixtes, a été décrite à plusieurs reprises. Ce sont en général des observations en nichoirs (voir chap. 3.3.2). SCHORCHT (1998) a observé l'utilisation simultanée d'une cavité dans un chêne par un groupe de mise bas de murins de Bechstein et de noctules de Leisler. L'association de noctules communes avec des noctules de Leisler (p. ex. Mühlbach *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) est aussi connue que celle de noctules communes avec des murins de Daubenton (DIETZ, 1997), celle de murins de Daubenton avec des noctules de Leisler, ou avec des grands murins isolés (RIEGER, 1996). Schorcht *et al.* ont trouvé en Mecklembourg-Poméranie occidentale des pipistrelles de Nathusius avec deux autres espèces, dont la noctule commune, et soit le murin de Daubenton soit le murin de Natterer. Toutefois, l'association la plus fréquente était celle du murin de Daubenton et du murin de Natterer.

ČERVENÝ & BÜRGER (1989) ont observé dans le Böhmerwald, dans une cavité de bouleau, des murins de Natterer suivis de murins de Daubenton, de noctules communes, de noctules de Leisler puis de murins de Bechstein. RIEGER (1996a) a constaté, dans la région de Rheinfell (Suisse), l'utilisation décalée dans le temps d'une même cavité par des murins de Daubenton et des oreillards.

Ces exemples démontrent la dynamique élevée qui régit l'occupation d'une même cavité au cours d'une même ou de plusieurs années.

Fidélité et changements de gîtes

Les changements fréquents de gîtes sont typiques pour des chauves-souris arboricoles (KOZHURINA, 1993; LAUFENS, 1973a; WOLZ, 1986). Les études par radio-pistage du projet montrent des changements courants, pour quelques espèces même quotidiens (p. ex. barbastelle, Steinhäuser *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002; murin de Bechstein, KERTH, 1998 et Kerth *et al.* *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). Il faut donc partir du principe que les colonies de chauves-souris arboricoles sont organisées autour d'une quantité de gîtes suffisante et qu'elles les connaissent.

Des raisons diverses pourraient expliquer les **changements de gîtes** observés :

Le taux de parasitisme : le risque de parasitisme pourrait être une explication pour le changement de gîte (LÖHRL, 1955). Actuellement nous ne disposons pas encore d'études confirmant cette hypothèse au niveau quantitatif et statistique. Nous nous référons entre autres aux observations de WOLZ (1986) et KERTH (1998) : les nichoirs occupés par des murins de Bechstein contenaient d'autant plus d'œufs de parasites que les chauves-souris étaient nombreuses et qu'elles les occupaient depuis longtemps. Après une occupation longue des nichoirs, ils restaient ensuite vides, parfois pendant plusieurs semaines.

Stratégie pour éviter des prédateurs : un changement brusque pourrait minimiser le danger de devenir la victime de chasseurs tels que les martres ou les chats (voir aussi FENTON *et al.*, 1994).

Microclimat : le déménagement vers une autre cavité peut avoir une cause climatique. Bien que les cavités d'arbres atténuent bien les changements de température quotidiens par rapport aux nichoirs, une exposition directe au soleil peut causer une surchauffe du gîte naturel et augmenter ainsi fortement la dépense d'énergie durant la léthargie diurne.

Adaptation du gîte à un nouveau territoire de chasse : dans le cas où l'offre en proies diminue et qu'il faut se rendre dans un nouveau territoire de chasse éloigné, le gîte pourrait être déménagé à un endroit plus proche.

Recherches actives de nouveaux gîtes de substitution : la dynamique forestière et la concurrence obligent à connaître un grand nombre de gîtes potentiels, pour le cas où le gîte habituel deviendrait soudainement inhabitable.

Concurrence, rejet : au moins 50 espèces d'animaux se font concurrence pour la même ressource. Les chauves-souris semblent être moins performantes que d'autres espèces (surtout oiseaux et hyménoptères). Nous ne disposons pas encore de beaucoup d'observations concernant la concurrence interspécifique (GÜNTHER *et al.*, 1991; HAENSEL & NÄFE, 1982; KÖNIG & KÖNIG, 1995; SLUITER & VAN HEERDT, 1966). Des observations de rejet entre différentes espèces de chauves-souris sont rapportées par exemple par DIETERICH (1982), DIETERICH & DIETERICH (1991), EICHSTÄDT (1995), SCHMIDT (1994c), ZIEGLER & ZIEGLER (1991). Il y a plusieurs observations sur le rejet des oreillards roux par le grand murin, la noctule commune, le murin de Daubenton, la pipistrelle commune et la pipistrelle de Nathusius. Cette faiblesse concurrentielle par rapport au gîte se rééquilibre par contre par la capacité à trouver et à coloniser des gîtes cachés dans des peuplements denses. Les noctules de Leisler et les noctules communes rejettent à l'occasion des pipistrelles de Nathusius, les grands murins des murins de Daubenton et des pipistrelles communes. Mais il existe aussi des colonies mixtes d'espèces qui se rejettent à d'autres moments (p. ex. noctule commune et pipistrelle de Nathusius). Il reste à ce propos encore de grandes lacunes dans la connaissance des comportements des chauves-souris.

Bien que la **fidélité au gîte** soit très variable au cours d'une année, il est prouvé que pour la plupart des espèces de chauves-souris elle peut être élevée pendant plusieurs années pour un massif forestier. Un gîte ou une suite de gîtes sera occupé régulièrement pendant des années. Cette observation a été confirmée par plusieurs études à long terme : des cavités secondaires occupées sept années de suite (STRATMANN, 1978); deux gîtes occupés par des pipistrelles de Nathusius, l'un pendant 12 années sur

15, l'autre pendant 7 années sur 10 (Schorcht *et al.* in MESCHÉDE *et al.*, 2002). HEISE (1985b, 1989) et SCHMIDT (1990, 1994a, b) ont pu constater une fidélité extrême des femelles de noctule commune et de pipistrelle de Nathusius par rapport à leurs régions de reproduction. Ce constat a été confirmé récemment par des analyses génétiques de la structure des populations de la noctule commune dans le cadre d'un projet E+E (PETIT *et al.*, 1999). Le taux élevé de redécouverte d'animaux dans les nichoirs peut certainement être extrapolé à des gîtes naturels. Non seulement les gîtes naturels de reproduction sont réoccupés tous les ans, mais les gîtes de passage et d'hibernation montrent aussi un certain taux de réoccupation. Ceci a pu être démontré dans le cadre de ce projet par le baguage de noctules communes et de pipistrelles de Nathusius dans les régions de migration (voir Tableau 13 au chap. 3.1 «La noctule commune» et Tableau 18 en chap. 3.1 «La pipistrelle de Nathusius»; voir aussi Wohlgenut & Devrient in MESCHÉDE *et al.*, 2002). KALCOUNIS (1994) décrit aussi une grande fidélité au gîte pour l'espèce nord-américaine *Eptesicus fuscus* et met cette observation en relation avec l'optimisation de la dépense d'énergie par sélection active des gîtes les plus favorables sur le plan du microclimat.

Offre, origine et utilisation de gîtes naturels en forêt, «turn over» des cavités d'arbres

L'étude concrète du nombre des nouveaux gîtes naturels dans une parcelle forestière donnée d'une année à l'autre pose des problèmes méthodologiques particuliers. A cause des difficultés d'accès, on ne trouvera jamais toutes les cavités et on ne pourra pas les étudier de plus près. Il importe pourtant pour la protection des chauves-souris de savoir **combien** de cavités naturelles existent dans les différentes forêts, quel est leur taux d'apparition et de disparition («turn over»). Ainsi on peut comparer ces données avec les gîtes réellement occupés par des chauves-souris et en déduire des modèles de gestion. Nous avons une cartographie spécifique des cavités issues du travail des ornithologues. D'après les différents auteurs on peut estimer la densité de cavités par exemple pour des vieilles forêts feuillues à 7-10 cavités/ha, pour des forêts mélangées à 4-6 et pour des forêts résineuses à 1-3 (tableau dans ZAHNER, 1993). Dans le Sauerland, il y a dans 123 forêts de hêtre et chêne de divers âges en moyenne jusqu'à 6 cavités/ha dans des peuplements de 80-140 ans, et presque 14 cavités/ha dans des peuplements de 160-180 ans (diamètre des troncs > 50 cm, NOEKE, 1989). Le «seuil» semble se situer vers l'âge de 140 ans. Des peuplements de plus de 180 ans avaient par contre un nombre décroissant du nombre de cavités. A noter que le nombre de trous de pics ne commence à augmenter qu'à partir de plus de 160 ans et représente alors un quart des cavités (3,4/ha). Le taux des cavités au pied de l'arbre commence déjà à augmenter nettement à

partir de 120 ans et il atteint un maximum dans des peuplements très âgés et âgés de 140-160 ans avec 4,3/ha. Les arbres cassés n'ont d'intérêt qu'à partir de 6,5 m de hauteur et un diamètre élevé. BONTADINA *et al.* (1991) estiment la densité d'arbres à trous de pics dans des peuplements de 60-80 ans à 0,6/ha, de 80-100 ans à 1,8/ha, de 100-120 ans à 3,0/ha et en peuplements plus âgés à 4,2/ha. D'après KNEITZ (1961), ces taux vont de 0,4/ha dans des peuplements mélangés résineux/feuillus de faible croissance, à 0,7/ha pour des forêts de production richement structurées de résineux purs, 4,3/ha dans des peuplements mélangés résineux/feuillus et 4,6 cavités/ha dans des peuplements purs feuillus. FRANK (1997) a cartographié dans la Philosophenwald une moyenne de 19 arbres à cavités ou 21 cavités sur arbre par ha (sur 20 ha de surface d'étude). Dans la partie la plus âgée (presque 240 ans) de la forêt, ces chiffres montaient à 22 arbres à cavité ou 45 cavités d'arbres par ha. Deux tiers des cavités étaient des trous de pics, le restant des cavités par pourriture (fentes ou branches creusées). Dans des études d'une réserve forestière naturelle en Bavière, environ la moitié des cavités était dues à des pics (RAUH, 1993).

La comparaison de ces données avec le nombre de cavités réellement occupées par les chauves-souris permet une estimation de l'offre minimale nécessaire en forêt (voir plus loin).

Le Tableau 24 résume la liste des données issues de la littérature. Il donne le nombre des cavités d'arbres naturelles et ses différents types dans les forêts étudiées.

Suivant le type forestier et son âge, 50-65% des cavités sont à l'origine des trous de pics, le reste est dû à la pourriture. Le rôle des pics est par conséquent primordial dans la protection des chauves-souris en forêt (comme déjà expliqué plus haut). La colonisation d'une forêt par des chauves-souris semble liée à l'offre en trous de pic, et donc directement à la densité des populations de pics. Il y a ici des différences nettes entre les forêts. GLUTZ v. BLOTZHEIM & BAUER (1980) donnent des taux de densités de population suivantes pour le **pic vert**, qui est le moins difficile dans le choix des sites de ponte :

Forêt	Nbre de couples (cpl)/100 ha
taillis hydromorphe d'aulne et chênaie pédonculée à charmes	9-57
chênaie sessile à hêtres	6-24
forêt mélangée à pins et feuillus	4-40
pinède pure	2,4-10
chênaie-hêtraie	23
parcs avec vieux peuplements	51,3

Tableau 24 : Nombre de cavités naturelles dans différentes forêts (d'après SCHERZINGER, 1996 et NOEKE, 1989).

	SCHERZINGER (1996)			NOEKE (1989)	
	Réserve de forêt naturelle	Forêt de production de 140 ans	Forêt naturelle	Hêtraie dans le Haut-Sauerland	
Nombre de cavité par pourriture (/ha)	8	5,3	15,7	18%	5-6 cavités dans les peuplements d'âge moyen ; 9-13 dans les peuplements âgés
Nombre de trous de pic (/ha)	12	2,3	5,3		
Cavités au pied de l'arbre (/ha)				30%	
Fente dans le bois et l'écorce (/ha)				12%	
Trous dans les branches (/ha)	7			40%	

La densité d'occupation par des pics, et en conséquence l'offre de gîtes pour des chauves-souris, varie fortement avec le type forestier. Elle est la plus faible dans des pinèdes pures (et probablement aussi les pessières).

Des données semblables au pic vert existent pour le **pic noir**. Le rayon d'action d'un couple peut varier entre 120 ha, dans une forêt mélangée riche en vieux bois et bois pourris, à plusieurs centaines d'hectares dans des peuplements résineux purs (rapporté par HAVELKA & RUGE, 1993). BRÜNNER-GARTEN *et al.* (1992) ont trouvé entre 2 et 4 trous de pic noir pour 100 ha dans la Reichswald de Nüremberg ; dans une aire d'étude de la Rhön, il y en avait 6 aux 100 ha (ZAHNER, 1993).

Pour le **pic mar** on a déterminé une densité de 0,7 à 1,7 cpl/100 ha. Dans des parcelles à chênaie pure, de 7 à 21 cpl/100 ha. Plus il y a de vieux gros chênes dans une forêt, plus il y a de pics mars. En dessous de 10 vieux chênes/ha, le pic mar ne s'implante que rarement (HAVELKA & MITTMANN, 1997).

Le **pic épeichette** colonise de préférence des forêts alluviales avec des bois tendres, mais aussi des parcs et vergers. Il n'existe pas dans les massifs résineux purs.

Le **pic tridactyle** et le **pic à dos blanc** occupent la forêt à biotope riche de montagne avec 0,9 cpl/100 ha chacun.

L'activité de creusage de trous des pics dépend de facteurs divers. A part l'essence de l'arbre et le taux d'occupation par des champignons, il y a d'après BLUME (1993) aussi les événements tels que chablis et écroulement de vieux arbres. A ces occasions peuvent apparaître des accumulations de cavités. Ces accumulations ont de nouveau une influence positive sur le succès des couvées des pics et influence ainsi la densité de population et l'activité de

construction de cavités. Le rôle des résineux comme gîte naturel doit être évalué régionalement d'une façon différenciée. Les études dans le cadre du projet prouvent pour la plupart une préférence pour des gîtes en feuillus. Par exemple Schorcht *et al.* (*in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) trouvent une préférence chez la pipistrelle de Nathusius pour des peuplements feuillus, bien que plus de 80 % des peuplements dans l'aire d'étude soient des pinèdes. L'importance particulière des chênes était marquée dans cette région par le fait que l'on ne trouvait que dans ces arbres des groupes importants de jeunes. La noctule de Leisler en Thuringe (Schorcht *et al.* *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002) cherche elle aussi des peuplements feuillus pour ses gîtes diurnes. Seul le massif à pin dans la région Luckenwalde/Fläming se distingue par une forte colonisation par des barbastelles dans des gîtes sous écorce. Cette région représente un cas particulier, car elle a été utilisée pendant 40 ans par l'armée russe comme terrain militaire. Les arbres dont l'écorce était abîmée par des blessures restaient en place et les forêts n'étaient pas éclaircies.

Pour évaluer l'offre en cavités, il n'est pas seulement important de savoir combien de cavités sont créées potentiellement, mais aussi combien de cavités perdent leur habitabilité dans le même laps de temps. Il est donc important de faire un bilan. Ces analyses sont complexes et nécessitent des études dans la durée. Une étude menée pendant 7 ans dans une hêtraie mélangée dans le Mittelland suisse a montré qu'il existait un équilibre entre les nouvelles constructions et les pertes de cavités : chaque année 6 % des cavités disparaissaient (WEGGLER & ASCHWANDEN, 1999). Ils ont calculé qu'il y aurait une diminution de moitié de l'offre en cavités en 11 ans en cas d'absence totale d'apparition de nouveaux trous. Dans une peupleraie de plaine dans le Colorado, l'of-

fre en cavité est restée égale pendant des années, avec chaque année environ 7-8 nouvelles cavités creusées (SEDWICK & KNOPF, 1992). La durée de vie d'une cavité dépend surtout de l'essence, de l'âge et de la vitalité de l'arbre.

Exploitabilité et taux d'utilisation

L'évaluation et l'estimation de l'exploitabilité des cavités d'arbres varient énormément dans la littérature ornithologique. Lors d'une étude par échantillonnage, ZAHNER (1993) a trouvé que seules 25 % des cavités répertoriées étaient exploitables par des oiseaux. Dans d'autres travaux ornithologiques, il y a des évaluations de l'exploitabilité de 40 % pour le pic noir (RUDAT *et al.*, 1979) et de 50 % pour des oiseaux en général (NOEKE, 1989). Quand on tient compte des exigences des chauves-souris, donc être protégées de l'eau de pluie, une certaine profondeur et une excavation vers le haut, on limite réellement l'exploitabilité pour ce groupe d'animaux. L'exemple de FUHRMANN & GODMANN (1991) montre que seules 25 % des cavités par pourriture étaient exploitables par des chauves-souris.

Dans la Philosophenwald, 28-39 % des cavités sont utilisées chaque année par des individus de toutes espèces. Sur une durée de 2,5 ans, ce taux était de 66 % pour toutes les cavités connues (FRANK, 1997). Ceci montre qu'un stock de base en cavités pendant un laps de temps plus long est exploité d'une façon inégale. Dans le Harz de l'est, GÜNTHER *et al.* (1991) ont estimé que le taux d'utilisation des cavités d'arbres par des chauves-souris était de 5,4 %, et chez STUTZ & HAFFNER (1985) il était de 2,7 %. On trouve des taux d'occupation de 30-50 % (chauves-souris seules) pour des nichoirs, qui ne représentent qu'une augmentation artificielle de l'offre en gîtes (FRITSCH, 1991 ; LEITL, 1995).

STRATMANN (1978) remarque que l'occupation de **trous de pic récents** par des chauves-souris est un signe de carence aiguë en gîte, car des cavités creusées récemment par des pics n'ont en général pas d'excavation par pourriture vers le haut, où les chauves-souris logent de préférence. Une cavité de pic récente n'est donc probablement pas encore un gîte optimal à chauve-souris, mais elle est probablement visitée par curiosité à ce stade précoce (FRANK, 1997). Des cavités dont la profondeur vers le bas est faible sont mal adaptées à une colonisation par des chauves-souris, car les animaux sont en contact lors de l'envol et de l'arrivée avec les excréments accumulés rapidement en bas.

Les résultats démontrent qu'il faut en général un excès en cavités pour offrir sur un long laps de temps un nombre suffisant de gîtes habitables.

Exigences et besoins en gîtes forestiers des espèces autochtones

Il est possible de déduire les «exigences» en termes de gîtes naturels des résultats issus du projet ou extraits de la littérature spécialisée pour quelques espèces de chauves-souris. Le Tableau 25 résume ces données. Pour les espèces qui ne sont pas citées (petit et grand rhinolophes, murin à oreilles échanquées, murin des marais, oreillard gris, sérotine bicolore, pipistrelle commune, sérotine de Nilsson et sérotine commune), les connaissances actuelles sont insuffisantes, même quand il existe des observations isolées dans des cavités d'arbres (p. ex. des gîtes intermédiaires pour le murin à oreilles échanquées, le murin des marais, l'oreillard gris et un gîte de reproduction pour le murin à moustaches). Pour la sérotine bicolore et la sérotine de Nilsson, l'occupation de gîtes naturels en fente, par exemple des gîtes sous écorce en forêt de montagne, semble probable, mais elle reste difficilement détectable.

On ne peut pas définir de préférence nette pour l'**essence** et l'**exposition** de l'arbre. Le «choix» de l'essence dépend par contre indirectement de la probabilité de l'apparition de cavités, donc de la préférence des pics pour certaines essences et de leur tendance à accueillir des champignons qui provoquent de la pourriture. Le critère de l'exposition ne semble jouer qu'un rôle secondaire.

En règle générale la **fidélité au gîte** est élevée d'une année à l'autre. Les gîtes sont souvent occupés pendant des années et même des décennies par des chauves-souris, souvent par les mêmes espèces.

Recensement des exigences en matière de gîtes

Combien de cavités d'arbres par ha sont nécessaires en forêt pour offrir un nombre suffisant de gîtes aux chauves-souris ? Une telle estimation nécessite de connaître :

- le taux de cavités exploitables par les chauves-souris présentes ;
- le taux de rejet par d'autres occupants des cavités ;
- la fréquence de changement de gîte des différents individus ;
- la fréquence de changement de gîte des colonies ;
- la fidélité au gîte d'une année à l'autre.

En référence à ces critères, des études détaillées sur le murin de Bechstein et les noctules (FRANK, 1997 ; KERTH, 1998 ; SCHORCHT, 1998), ainsi que des résultats des études de télémétrie de ce projet (voir chap. 3.1), on peut en déduire pas à pas, et sous forme simplifiée, les conditions qui confèrent une offre optimale de gîtes en forêt :

Tableau 25 : Exigences en gîtes naturels de certaines espèces de chauves-souris en forêt.

GE = gîte d'été; GH = gîte d'hibernation; GR = gîte de reproduction; GA = gîte de rut et d'accouplement; GI = gîte intermédiaire, de passage; () ? = connaissances insuffisantes, évaluation incertaine, probablement seulement rare; ASP = aspect du gîte; H = hauteur; D13 = diamètre à 1,3 m; SIT = situation dans le peuplement; FC = fréquence de changement de gîte dans la saison; FID = fidélité au gîte d'une année à l'autre; NB = nombre minimal observé de gîtes, distance de l'un à l'autre.

Espèce	Fonction du gîte, occupation par saison	Type de gîte	Caractéristiques du gîte	Exigence en gîtes (méthode d'observation)
Murin de Daubenton		Nette préférence pour les cavités d'arbres (cavités de pic et de pourriture; en partie à parois étroites, arbres fins et courts, aussi cavités au pied des arbres); surtout hêtres, chênes, plus rarement pins, épicéas et autres	ASP : cavité vaste H : 4 à plus de 10 m D13 : moyenne 40 cm (5-65 cm) SIT : souvent lisière ou proche, aussi dans le peuplement; proche d'eaux calmes (env. 1-2 km)	FC : ♀ env. tous les 3-4 jours, en partie quotidien, plus fidèle pendant la saison des GR; ♂ déménagent plus souvent FID : élevée NB : au moins 6/100 ha (téléométrie)
env. avril-oct. env. nov.-mars	GE, GR, GA? GH?			
Murin de Brandt		Fente étroite mais spacieuse, qui peut loger une colonie de 200 animaux	ASP : fente H : à partir d'env. 2-3 m hauteur D13 : > 50 cm SIT : dans le peuplement ou en lisière	FC : faible FID : élevée NB : pas de données (téléométrie)
env. avril-oct. env. nov.-mars	GE, GA (GH?)			
Murin de Natterer		Cavités d'arbres (pic ou pourriture), plus rarement fente sous écorce	ASP : cavité spacieuse; envol libre pas absolument nécessaire H : à partir d'env. 3 m D13 : à partir 30 cm SIT : dans le peuplement, en lisière	FC : fréquemment, env. tous les 1-4 jours FID : élevée NB : au moins 3/100 ha; distance qq. 100 m (téléométrie)
env. fin avril - mi-nov. env. nov.-avril	GE, GR, GA? GH?			
Murin de Bechstein		Cavités d'arbres (pic ou pourriture), occasionnellement écorce écartée (p. ex. aussi des cavités au pied de l'arbre)	ASP : cavité relativement spacieuse (volume env. 1-2 l), peut aussi exploiter des cavités relativement petites, envol libre ou couvert H : déjà à partir d'env. 0,5 m D13 : même faible, à partir d'env. 15 cm SIT : dans le peuplement	FC : fréquemment, env. tous les 2 jours FID : élevée NB : au moins 20/100 ha/colonie; distance de qq. 100 m (téléométrie, contrôles de nichoirs)
env. fin avril-déb. oct. env. nov.-avril	GE, GR, GA? GH?			
Grand Murin		Cavités d'arbres (pic ou pourriture)	ASP : cavité spacieuse H : à partir d'env. 3 m de hauteur D13 : à partir de 30 cm SIT : dans le peuplement	FC : faible FID : élevée NB : pas de données (contrôles de nichoirs)
(très rare, généralement que des ♂ solitaires)				
env. avril-oct. env. nov.-mars	GE, GA GH?			

Espèce Fonction du gîte, occupation par saison	Type de gîte	Caractéristiques du gîte	Exigence en gîtes (méthode d'observation)
Noctule commune	Nette préférence pour les cavités d'arbres (pic et pourriture, fourches, foudre)	ASP : cavités très vastes en particulier en hiver, suffisantes aussi pour un groupe nombreux d'hibernation ou de migration; bonne isolation thermique en hiver, c'est-à-dire vieux bois encore vivant; pour des gîtes de reproduction volume d'env. 4-5 l; envol libre H : préférence haut (> 5 m), jusqu'aux houppiers, occasionnellement plus bas (jusqu'à 2 m) D13 : à partir d'env. 30 cm SIT : préfère proximité de lisière	FC : env. tous les 2-3 jours FID : élevée NB : env. 8/100 ha (télémétrie, observations d'attitudes) Pour les comportements de rut, il est important d'avoir plusieurs cavités en voisinage direct
env. mars-mai env. mai-juillet env. août-oct. env. nov.-mars	GI GE, GR GI, GA GH		
Noctule de Leisler	Nette préférence pour les cavités d'arbres en feuillus (pic et pourriture, fourches, foudre); aussi en branches latérales	ASP : en hiver, cavité spacieuse avec bonne isolation thermique, c'est-à-dire vieux bois encore vivant; en été éventuellement des cavités avec un volume d'env. 1 litre suffisent (déduction à partir d'études de nichoirs, SCHORCHT 1998); envol libre H : préfère en hauteur (> 5 m), jusqu'aux houppiers D13 : à partir d'env. 30 cm SIT : préfère proximité de lisières	FC : tous les 2-4 jours FID : élevée NB : au moins. 2/100 ha Plusieurs cavités sur un petit espace sont importantes pour les rapports sociaux (télémétrie, contrôles de nichoirs)
env. mars-mai env. mai-juillet env. août-oct. env. nov.-mars	GI GE, GR GI, GA GH		
Pipistrelle de Nathusius	Sans préférence particulière pour un type de gîte; occupe trous de pics, trous de branches, troncs creux, fentes, écorces et tous les stades de vitalité	ASP : cavité, fente H : à partir d'env. 3 m de hauteur D13 : > 20 cm SIT : plus souvent en lisière qu'à l'intérieur du peuplement	FC : presque quotidien FID : élevée NB : >3-4/100 ha (télémétrie)
env. mars-mai env. mai-juillet env. août-oct. env. nov.-mars	GI GE, GR GI, GA GH		
Oreillard roux	Nette préférence pour les cavités d'arbres (pic et pourriture, cavités au pied de l'arbre)	ASP : cavité ou fente vaste ou étroite, mais pas d'écorce écartée; l'envol libre n'est pas absolument nécessaire H : entre qq. cm au-dessus du sol jusqu'à plus de 20 m D13 : 20 cm à > 50 cm SIT : dans ou en lisière de peuplement	FC : tous les 1-4 jours FID : élevée NB : > 5/100 ha (télémétrie)
env. avril-oct. env. nov.-mars	GE, GR, GA? GH		
Barbastelle	Préfère de l'écorce écartée, plus rarement cavités de pic ou pourriture	ASP : étroit (contact ventral et dorsal), en forme de fente, envol vers le bas ouvert et libre H : à partir d'env. 3 m D13 : à partir d'env. 15 cm SIT : dans le peuplement	FC : très souvent, presque quotidien FID : élevée NB : plus de 10/100ha / colonie (télémétrie)
env. mai- sept. env. oct.-avril	GE, GR, GA? GH?		

- suivant l'espèce, il faut entre 2 et 20 gîtes disponibles pour 100 ha pour chaque espèce, pour satisfaire entre autres les besoins de déménagement. Pour plusieurs espèces de chauves-souris vivant en syntopie, une offre correspondante supérieure est nécessaire. Si 10 espèces de chauves-souris veulent vivre d'une façon permanente dans la même forêt, elles ont un besoin allant jusqu'à 200 gîtes sur 100 ha de forêt (moyenne de 2/ha);
- une proportion d'environ 75 % des cavités ne peut pas être utilisée, ce qui signifie qu'il faut 6 cavités/ha en plus, qui ne seront pas utilisées;
- en tenant compte des concurrents (chauves-souris et autres) ce chiffre remonte encore. Si on estime que 10-20 espèces sur 50 utilisant des gîtes arboricoles vivent en même temps dans une forêt, il faut les ajouter encore pour calculer le besoin en cavités.

En sachant qu'il est impossible d'avoir une arithmétique précise et malgré tous les impondérables, nous donnons une estimation et un pronostic prudent du besoin en cavités.

Récapitulatif

Pour pouvoir accueillir des peuplements naturels de chauves-souris dans un nombre suffisant de gîtes, il faut au moins 25 à 30 cavités d'arbres par ha dans une forêt de production d'environ 120 ans. Ceci correspond à une densité moyenne de 7 à 10 arbres à cavité par ha.

Ce but tient compte de tous les critères cités. Son application dans la gestion forestière sera traitée au chap. 4.2.

Résumé

1. Les cavités d'arbres doivent avoir les propriétés suivantes pendant toutes les saisons pour servir de gîte : protection contre les intempéries et les prédateurs, espace suffisant pour la création de colonies, les interactions sociales et un microclimat stable.
2. Les chauves-souris exploitent une multitude de cavités et de fentes dans les arbres.
3. Les trous de pic représentent le type de gîte le plus important pour les différentes espèces. Le maintien et la protection des pics servent aussi la protection des chauves-souris.
4. Il est difficile de décrire un gîte « optimal » pour des chauves-souris, même pour une seule espèce. Les connaissances actuelles sont en partie contradictoires. Mais les critères suivants favorisent au moins une colonisation par les chauves-souris :

- pas de courants d'air;
 - pas d'infiltrations d'eau de pluie;
 - creusé depuis l'entrée vers le haut et le bas, ou ouvert vers le bas;
 - aire d'envol libre à partir de 2 m de hauteur pour les espèces à vol rapide, et aire d'envol totalement ou partiellement cachée même à basse hauteur pour les espèces à vol lent dans des broussailles (p. ex. murin de Bechstein, de Natterer et oreillard roux).
5. L'offre en cavités dépend de la densité en pics, celle-ci du type de peuplements et du taux de feuillus.
 6. Une occupation permanente nécessite un certain sur-nombre en fentes et cavités qui permet de compenser le danger de perte de gîtes rendus brusquement inutilisables.

3.3.2. Evaluation de l'utilisation des gîtes artificiels

GLOGNER (1865) essayait déjà il y a plus d'un siècle de pallier à la diminution de gîtes potentiels en forêt suite à la perte des arbres à cavités naturelles. Il proposait comme lutte biologique contre les nuisibles d'installer des nichoirs pour chauves-souris, tel qu'on l'avait déjà pratiqué avec succès pour les oiseaux. A l'époque on n'accordait que peu de crédit à cette idée (ALTM, 1876). Cependant on trouve déjà chez JOLYET (1918) des instructions pour la construction d'un nichoir spécifique à chauves-souris.

La littérature ne précise pas si ces propositions ont été couronnées de succès. Seuls les essais d'ISSEL & ISSEL (1955) avec des nichoirs de leur fabrication ont permis d'étudier d'une façon scientifique l'occupation de nichoirs par des chauves-souris. Depuis, en Allemagne, il y a eu plusieurs études et suivis sur la présence de chauves-souris dans des gîtes artificiels.

Sur les 20 espèces de chauves-souris présentes régulièrement en Allemagne, 16 fréquentent les gîtes artificiels, et 10 à 11 espèces s'y reproduisent (voir Tableau 26). En dehors de l'Allemagne, on a pu observer les espèces de chauves-souris suivantes, qui sont aussi présentes en Allemagne, dans des nichoirs à oiseaux ou à chauves-souris : la sérotine de Nilsson en Suède méridionale (GERELL, 1985), la pipistrelle de Kuhl en France (TUPINIER, 1981) et en Espagne (BENZAL, 1990), et la sérotine bicolore en Russie (KURSKOW, 1968; Likhachev, 1980 cité par KOWALSKI & LESINSKI, 1994).

Ces résultats démontrent que beaucoup d'espèces adoptent des nichoirs comme gîte. Une question anime

toujours le débat scientifique, celle de savoir si l'installation de nichoirs artificiels provoque une augmentation réelle des populations locales de chauves-souris, et s'il y a même fondation de nouvelles colonies (voir HEISE, 1983a; SCHMIDT, 1990). L'effectif d'une population de chauves-souris dépend non seulement de l'offre en gîte, mais aussi des ressources alimentaires. L'évolution dans certains territoires pourvus en nichoirs indique une

augmentation due à ces derniers (SCHMIDT, 1990; NAGEL & NAGEL, 1993). Pour le maintien et la protection des chauves-souris en Allemagne se pose donc la question suivante: quel est l'apport dû aux nichoirs ?

Il n'y a pas de données de rhinolophes en nichoirs. KOLB (1957) supposait déjà que la structure sociale (colonies avec distance spatiale entre les individus) ne permet pas la colonisation des nichoirs à chauves-souris. La sérotine

Tableau 26: Observations de chauves-souris dans des nichoirs et statut des gîtes.

Espèce	Animaux isolés	Gîtes d'accouplement	Gîtes de reproduction	Sources
Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	X	X	X	ISSEL 1958, LABES 1987, BOLDHAUS 1988, FISCHER & KISSNER 1994, WISSING & KÖNIG 1994
Murin des marais (<i>Myotis dasycneme</i>)	X	X		DIETERICH & DIETERICH 1988, LABES 1989a, DIETERICH & DIETERICH 1991, DIETERICH <i>et al.</i> 1998, SCHMIDT 1998
Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)	X		(X) ¹	ISSEL 1958, HENZE 1963, SCHMIDT 1979, NAGEL & NAGEL 1993, WEIDNER 1995
Murin de Brandt (<i>Myotis brandtii</i>)	X		X	SCHMIDT 1979, HEISE 1983a, KALLASCH & LEHNERT 1995b
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	X			KOLODZIE non publié, KRULL <i>et al.</i> 1991
Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	X	X	X	ISSEL 1958, LAUFENS 1973, ALBRECHT & HAMMER 1993, WEIDNER 1998
Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteinii</i>)	X		X	ISSEL 1958, SCHLAPP 1990, KÖNIG & KÖNIG 1995
Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	X	X		HAENSEL 1987, SCHMIDT 1991a, WEIDNER 1997
Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	X	X	X	SCHMIDT 1977, HEISE & BLOHM 1998
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	X	X	X	SCHORCHT 1994, KÖNIG & KÖNIG 1995, OHLENDORF & OHLENDORF 1998
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	X			STRATMANN 1973, BOLDHAUS 1988, SCHMIDT 1990, 1998
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) ²	X	X	X	STRATMANN 1973, DIETERICH 1982, KÖNIG & KÖNIG 1995, EICHSTÄDT & BASSUS 1995
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	X	X	X	SCHMIDT 1977, HEISE 1983a, FIEDLER 1993
Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)	X	X	X	ISSEL 1958, HEISE 1983a, NAGEL & NAGEL 1988, OLDENBURG & HACKETHAL 1989
Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	X			SCHMIDT 1985b, WEIDNER 1995, WISSING 1996a
Barbastelle (<i>Barbastella barbastellus</i>)	X		X	LÖHRL 1960, BACHMANN & PRÖHL 1990, SPITZENBERGER 1993a, Hahn in MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002

¹ Les gîtes de reproduction de *Myotis mystacinus* mentionnés par ISSEL (1958), LÖHRL (1960) et HENZE (1963) sont discutables, dans la mesure où les deux espèces jumelles n'étaient pas encore distinguées à cette époque. TUPINIER (1980/81) a trouvé en France une colonie de reproduction de *M. mystacinus* en nichoir.

² D'après V. Helversen (comm. pers.) il s'agit, avec une forte probabilité, essentiellement de *Pipistrellus pygmaeus/mediterraneus*.

de Nilsson et la sérotine bicolore n'ont pas non plus été observées en nichoir en Allemagne.

Résultats techniques

Depuis des années on dispose des nichoirs à oiseaux et à chauves-souris dans de nombreux massifs forestiers d'Allemagne. Certaines expériences d'emploi de nichoirs sont citées dans la littérature. On trouvera ci-dessous un récapitulatif de certains travaux, qui reflètent les activités de contrôle durant des années, et les évaluations de critères techniques tels que type de nichoir, positionnement etc. (Tableau 27).

Types de nichoirs

Les types de nichoirs développés et employés jusqu'alors s'inspirent des cavités naturelles occupées par des chauves-souris dans les arbres. En substitution aux cavités spacieuses de pics, aux cavités de pourriture ou d'arrachement, on a conçu des nichoirs spacieux (p. ex. nichoir à chauves-souris Issel, ISSEL & ISSEL, 1955). En substitution aux fentes d'arbres étroites ou aux interstices entre tronc et écorce décollée, on a conçu des nichoirs plats (p. ex. Stratmann FS1, STRATMANN 1973). Ces deux modèles de base ont été adaptés de manière à obtenir une large palette de différents types de nichoirs. On trouve quelques échantillons de ces nichoirs chez HAENSEL & NÄFE (1982) et KUTHE & IBISCH (1989). Les chauves-souris occupent par ailleurs des nichoirs conçus pour les oiseaux (p. ex. le nichoir à pignon bavarois, LEITL, 1995). Les expériences sont aussi diverses (et contradictoires) que les nichoirs sont différents. Sans aucune équivoque, l'efficacité des nichoirs spécifiques pour chauves-souris semble supérieure à celle des nichoirs pour oiseaux (BÄUMLER, 1988; NAGEL & NAGEL, 1988; SCHWARTING, 1990; SCHWENKE, 1988b). Les nichoirs pour oiseaux, pour lesquels la concurrence est très forte, sont en général disponibles seulement après la nidification (SCHLAPP, 1990). En forêt domaniale bavaroise, SCHLAPP (1981) a constaté une occupation de 1% des nichoirs par des murins de Bechstein en saison de reproduction des oiseaux contre plus de 25% plus tard. Quand la conception des nichoirs est étudiée pour empêcher la nidification des oiseaux, ils ne peuvent pas s'y installer et les nichoirs restent généralement à la disposition des chauves-souris (HAENSEL & NÄFE, 1982). Mais régulièrement on observe de petits oiseaux qui ne sont pas gênés par le tuyau étroit des nichoirs à chauves-souris (type «Nagel rond avec tuyau»). Ils atteignent l'intérieur pour y construire leur nid sur le tuyau, ou bien pour y dormir.

Les différentes espèces de chauves-souris ont leurs préférences vis-à-vis du choix de leurs gîtes. Ainsi les pipistrelles de Nathusius et les murins de Brandt (espèces de fissures) préfèrent des nichoirs plats ou bien des

nichoirs spacieux avec paroi frontale double. Parfois leur présence a été décelée seulement après l'installation de ces types de nichoirs (HEISE, 1983a; DIETERICH & DIETERICH, 1988). Des espèces telles que la noctule commune demandent des nichoirs spacieux. La formation de colonies de mise bas nécessite un volume minimal de 4-5 l (HEISE & BLOHM, 1998; voir aussi chap. 3.1 «La noctule commune»).

Il est préférable que le nichoir ait un espace au-dessus du trou d'entrée, comparable aux cavités naturelles d'arbres (loges de pic). Le gîte se trouve ainsi assombri et mieux protégé contre la pluie, les courants d'air et les prédateurs (DIETERICH, 1982). La forme du trou d'entrée (trou rond ou ovale, fente) ne joue par contre qu'un rôle secondaire. Lorsque les trous sont trop petits, il peut arriver que les chauves-souris refusent les nichoirs momentanément. Des femelles de murin de Daubenton en fin de gestation peuvent avoir des difficultés à pénétrer dans des nichoirs à oiseaux, dont le diamètre du trou d'entrée est de 26 mm (DIETERICH & DIETERICH, 1991). HEISE & BLOHM (1998) ont observé aussi que des femelles gravides de noctules communes évitaient des fentes d'entrée de <15 mm, élargies sur 5 cm de longueur au milieu à une largeur de 25 mm.

Par ailleurs il faut tenir compte de la quantité d'excréments rejetés par une colonie de grande espèce; ils remplissent rapidement les nichoirs (LAUFENS, 1973a; HEISE & BLOHM, 1998). Les nichoirs qui permettent aux excréments de s'échapper par le fond sont préférables (p. ex. Stratmann FS1). Ceux qui obligent les chauves-souris à pénétrer par le bas doivent être conçus de façon à ne pas obliger les animaux à se frayer un chemin à travers le guano (NAGEL, 1982; LEITL, 1995). C'est le contact avec leurs propres excréments ou avec des parasites qui peut provoquer l'abandon du gîte (STRATMANN, 1978; WOLZ, 1986).

En ce qui concerne les nichoirs spéciaux, nous n'avons pas assez d'expérience pour connaître leur aptitude à servir de gîtes d'hibernation. Les rares observations en saison froide concernent toutes des noctules communes trouvées dans des nichoirs d'hibernation (Behlert, 1983 in TAAKE, 1988; SCHWARTING, 1994b; DIETERICH, 1998). Un unique cas concerne un nichoir de type Issel (WISSING, 1996b). La taille et le poids de plus de 25 kg de ces nichoirs obligent à les accrocher exclusivement sur des arbres qui sont suffisamment gros. L'avenir nous montrera si ces nichoirs remplissent leur fonction. Nous ne disposons d'aucune publication sur les nichoirs d'hibernation présentés par STEBBINGS & WALSH (1991) faits en bois, avec ou sans isolation en polystyrène.

Il faut rappeler dans ce contexte une nouvelle fois la problématique d'un «effet piège» des nichoirs classiques. Pour la noctule commune nous disposons d'informations concrètes sur des groupes d'hibernation retrouvés morts dans des nichoirs non protégés contre le gel (voir

Tableau 27 : Résultats d'études menées avec des nichoirs

Type de nichoir	Nombre/ densité	Hauteur	Exposition ; envol	Ensoleillement	Lieu d'installation et groupement en forêt	Type forestier	Succès/taux d'occupation observations	Source/région d'étude
Issel-nichoirs à chauves-souris (généralement inaccessibles aux oiseaux)	Pas de données	4-6 m	S ou SE, envol libre	Ensoleillé	Laies à l'abri du vent ou clairières	Vieilles futaies claires sans sous-étage	Max. 58 % avec 6 espèces ; première colonisation en première année	ISSEL & ISSEL (1955), Bavière
Nichoirs à chauves-souris (sans précision) ; ventrus d'après schéma	Pas de données	4 m	SE, à l'abri du vent	Ensoleillé	Pentes au sud, lisière claire en face de coupe rase ou plantation	Pas de données	0-80 % ; première occupation en première année	KOLB (1957), Bavière
Nichoirs à oiseaux (béton de bois), nichoirs à chauves-souris en supplément	2/10 ha pour oiseaux	4 m	O, trou d'envol vers le S	Ombagé et ensoleillé (mais pas d'ensoleillement direct)	10-20 nichoirs en groupes distants de 10-15 m en pentes O ou SO, côté O du peuplement	Différents, en 8 secteurs forestiers	Pas de données	HENZE (1963, 1991) Bade-Wurtemberg, Bavière
Nichoir combiné chauve-souris/ oiseaux (p. ex nichoir pignon bavarois)	Pas de données	4-6 m	S à SO, envol libre	Chaud	À l'abri du vent, clairières forestières en groupes de 10-12 nichoirs distants de 10-15 m	Forêts alluviales et feuillues, perchis et landes à pins	Peu de succès en forêts alluviales et feuillues, perchis et landes à pins	ROER (1971), Nord-Rhénanie-Westphalie
Combinaison nichoirs à chauves-souris et à oiseaux (1:3), type de nichoir adapté : Richter	5-8 nichoirs à chauves-souris/10 ha	d'après illustration. > 3 m	Envol libre	Ensoleillement long	Au moins 15 en groupes de 2-3 nichoirs distants de 80-120 m, le long de chemins et laies	Pinèdes et forêts mélangées riches en structures	Augmentation continue pendant 20 ans ; occupation entre 56 et 94 % ; 12 espèces, pipistrelle de Nathusius dominante	SCHMIDT (1977, 1990, 1998), canton Beeskow (Brandebourg)
Stratmann FS1 (bois protégé avec papier goudronné)	Massif le plus proche à 3 km	4 m	Envol libre	Plutôt peu ensoleillé	Env. 20 nichoirs dans un peuplement clair ou près d'un chemin distants de 50 m les uns des autres	Hêtraies, pinèdes, en partie avec taillis humides, tourbières et trous d'eau	Première colonisation après 100 jours ; 10 espèces	HEISE (1980, 1983a ; HEISE & BLOHM 1998), canton. Prenzlau (Brandebourg)
Nichoirs à chauves-souris: 60 % cylindriques 30 % plats 10 % à hibernation	2-3/10 ha	> 5 m	Envol libre	Majoritairement ombragé en futaie claire, une petite part légèrement ensoleillée (15 %), surtout le long de rivières (routes des migrations printanières et automnales)	Sur toute la surface au milieu du peuplement ; distants de 50 m	Vieilles futaies résineuses claires avec sous-étage marqué	Max. 46 % occupés (5 espèces) ; préférence pour des forêts en crête, les forêts proches de l'eau au fond des vallées sont évitées (peut-être à cause de la formation de brouillard)	NAGEL (1987), NAGEL & NAGEL (1988, 1993) Weil der Stadt (Bade-Wurtemberg)
Stratmann FS1, combinaison de nichoirs à chauves-souris et à oiseaux (proportion 1:2 à 1:4)	2/10 ha	À volonté, veiller à la fonctionnalité ; observations entre 1,5 et 6 m	Différences entre E et O, envol libre	Tout est à recouvrir	Le long des chemins pour chauves-souris: groupes de 2-3 pour oiseaux : alignements	Pinède	8 espèces (3 avec des gîtes de reproduction) ; durée d'étude 20 ans	OLDENBURG & HACKETHAL (1989) Waren-Ecktannen, Landes de Nossentin (Mecklembourg-Poméranie occidentale)

Type de nichoir	Nombre/ densité	Hauteur	Exposition ; envol	Ensoleillement	Lieu d'installation et groupement en forêt	Type forestier	Succès/taux d'occupation observations	Source/région d'étude
FS1 (20 %), FS3 (10 %), Richter I ou Steckby I (20 %), nichoirs à oiseaux (50 %)	5/ha	2-4 m, FS3, 4-6 m	S ou SE, abrité du vent	Ensoleillé ou ombragé	15-20 pièces par massif à nichoirs le long de chemins ou changements de structures (lisière, chemin) distantes de 20-50 m	Toutes les forêts dans l'âge de perchis ou futaies (> 30 ans)	Habitats adaptés : forêts résineuses, feuillues ou mélangées en âge de futaie ou perchis (à partir de 30 ans); proximité à l'eau ou de parcelles à rupture de structures sont favorables	HEIDECKE (1989)
Nichoirs à chauves-souris en béton de bois de diverses constructions	Pas de données	1,5-3,5 m (probablement sans importance)	S-NE	Ensoleillé et ombragé	Directement dans le peuplement et en lisière, en rangs par 5, distants max. 50 m	Divers types forestiers	Max. 87 % dans un massif sans cavités d'arbres	SCHWARTING (1990, 1994a), Hainburg (Hesse)
Schwegler: 1FF, 2FN, 1FS, 1FW, 2F, 2M, 2GR, 3SV (suivant clé particulière des modèles)	Sur toute la surface	4 m	E à O, envol libre	Une petite proportion des nichoirs plus exposés aux rayonnements du soleil	À l'intérieur du massif distants de 30-50 m le long de chemins; ni en lisière, ni à l'intérieur du peuplement (plus proches en forêt feuillue); troncs à écorce rugueuse	Futaie de chêne avec épicéas, hêtres et mélèzes, sous-bois rare	7 espèces	DIETERICH (1982), DIETERICH & DIETERICH (1988, 1997b), canton. Plön (Schleswig-Holstein)
Nichoirs à chauves-souris Schwegler 2 FN, Grund Nagel cylindrique (Strobel), Nagel plat (Strobel), nichoir test Kolodzie, nichoir test Strobel, Breuer plat, nichoir pignon Eyser, nichoirs plats HPH, nichoirs bricolés	1989: 93 1989: 166	4-6,5 m	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Forêt feuillue (hêtre chêne), forêt résineuse (épicéa), forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre) à proximité des nichoirs ruisseau, lac, étang	8 espèces; gîtes de reproduction et gîtes de solitaires; gîtes d'accouplements; occupation 1989: 37%; occupation 1998: 76,5%	KOLODZIE (1989-1998, données non publiées); Westerwald

chap. 3.1 «La noctule commune»). On trouve rarement en hiver d'autres espèces dans des nichoirs non isolés. Kretzschmar (rapport projet 1997) a ainsi trouvé en janvier trois noctules de Leisler mâles vivantes, en bordure sud de la Forêt-Noire (voir chap. 3.1 «La noctule de Leisler»).

Matériaux de fabrication

Nous disposons en principe de deux matériaux pour les nichoirs à chiroptères: le bois et le béton de bois. HENZE (1968) mais aussi GERELL (1985) évoquent une préférence des chauves-souris pour des nichoirs en bois et béton léger. Dans les länders de l'est, on constate des taux d'occupation élevés dans des massifs munis presque exclusivement de nichoirs en bois (STRATMANN, 1973; SCHMIDT, 1977; HEISE, 1983a; IFFERT *et al.*, 1989; LABES, 1989a). Des nichoirs en plastique ne devraient pas être employés, car les chauves-souris ne peuvent pas grimper le long des parois lisses et risquent de mourir dans ces nichoirs (TAAKE & VIERHAUS, 1984). Dans l'ensemble le béton de bois excelle par sa bonne tenue et sa résistance aux intempéries. Il est aussi bien moins sujet aux forages des pics (HENZE, 1963). HENZE (1991) prédit par conséquent pour ces nichoirs une durée de vie moyenne de 25-30 ans. Des nichoirs en bois bien faits ont, d'après HACKETHAL & OLDENBURG (1983) une durée de vie de seulement 10-12 ans. Le coût des matériaux de construction ou d'achat pour des nichoirs artificiels en bois est moindre, mais leur coût d'entretien est supérieur. Le calfeutrage extérieur avec du papier goudronné peut améliorer leur étanchéité aux courants d'air et rallonger leur espérance de vie (HEISE, 1980).

L'hypothèse que le béton de bois provoque chez les chiroptères une usure intensive de la griffe du pouce (VIERHAUS & SCHRÖPFER, 1984; v. HELVERSEN, 1989b; FUHRMANN, 1989; WEISHAAR, 1995; GEBHARD, 1997) n'est pas suffisamment confirmée d'après NAGEL & NAGEL (1993) et DIETERICH & DIETERICH (1997a). L'étude de ce phénomène mérite que l'on y consacre des études spécifiques.

Un critère important pour l'adoption des nichoirs par des chauves-souris doit être le microclimat intérieur qui dépend aussi bien des conditions extérieures (exposition et ombrage) que des matériaux. Mais l'exemple suivant nous démontre combien l'interprétation de l'occupation par des chauves-souris peut être contradictoire: HENZE (1976) voit l'avantage d'une hygrométrie interne plus élevée dans les nichoirs en béton de bois par rapport aux nichoirs en bois. GERELL (1985) pense au contraire que leur atmosphère plus sèche explique leur succès. Les nichoirs en béton de bois s'humidifient moins vite que des nichoirs en bois comparables, mais sèchent moins vite aussi. Leitl (comm. pers.) a observé des colonies de mise bas de murins de Bechstein dans des nichoirs

à pignon bavarois, qui sont en béton pur. L'humidité de l'air à l'intérieur était nettement supérieure à celles des nichoirs en bois. Puisque les nichoirs à pignon bavarois sont utilisés régulièrement par des murins de Bechstein pour y élever leurs petits, on peut postuler que leur microclimat intérieur est adapté à l'économie d'énergie des chauves-souris.

WEIDNER (1998) rapporte que les animaux d'une colonie de mise bas du murin de Natterer séjournent le temps de la reproduction entre mai et août surtout dans des nichoirs en bois. Ils adoptent seulement au printemps et en automne les nichoirs en béton de bois, peut-être à cause de leur microclimat plus stable pendant ces saisons intermédiaires. SCHWARTING (1994a) ne trouve pratiquement pas de chauves-souris dans ses nichoirs en béton de bois pendant les mois de juin/juillet. Notons que l'on ne peut pas fonder l'évaluation des variations d'occupation saisonnières des différents types de nichoirs sur des contrôles qui ne sont effectués qu'en automne, et non sur l'ensemble de la saison de reproduction.

Aussi bien les nichoirs en bois que ceux en béton de bois ont démontré leur utilité. Il faudrait adapter le choix aux données locales (temps et finances disponibles), à savoir si l'on emploie des nichoirs, et si oui, choisir ensuite le type. Mais il semble important de tenir compte des comportements de changement des chauves-souris entre des gîtes à microclimats différents lors du choix des matériaux, du lieu d'installation et de l'ombrage (voir plus loin).

Nombre et répartition des nichoirs à chiroptères

Diverses informations indiquent qu'en augmentant la densité des nichoirs, on peut accroître le taux d'occupation par les chauves-souris (DIETERICH *et al.*, 1998; NAGEL & NAGEL, 1993; SCHMIDT, 1990; SCHWARTING, 1990). OLDENBURG & HACKETHAL (1989) fixent une densité suffisante de 2 nichoirs à chauves-souris pour 10 ha. Comparé aux évolutions de populations indiquées par SCHMIDT (1990), ce nombre semble trop faible par rapport à la surface. Ce dernier a observé un accroissement annuel du nombre d'individus par nichoir lors d'une augmentation progressive de la densité jusqu'à 5-8 nichoirs pour 10 ha. Après quelques années le nombre d'individus s'est équilibré. L'objectif recherché devrait se situer à une densité de 5 nichoirs à chauves-souris pour 10 ha dans un environnement ensoleillé, moyennement ombragé à l'intérieur des peuplements et non pas en lisière. Un massif devrait être équipé d'un minimum de 10-20 nichoirs (HEIDECHE, 1989; HEISE, 1983a; HENZE, 1963; ROER, 1971a; SCHMIDT, 1977).

Si l'on emploie des nichoirs qui ne peuvent pas être utilisés par des oiseaux pour nicher, il n'est pas indispensable de les grouper. Mais de bons résultats ont été obtenus avec de petits groupes de 2-3 nichoirs (OLDENBURG &

HACKETHAL, 1989; SCHMIDT, 1977) qui correspondent bien au comportement social de certaines espèces de chauves-souris (p. ex. noctules communes), notamment en période d'accouplement. Lorsqu'on utilise des nichoirs combinés oiseaux/chauves-souris, il est utile de les grouper, pour profiter du comportement territorial des oiseaux, qui n'occupent qu'un nichoir et laissent ainsi libres les autres (HAENSEL & NÄFE, 1982; HENZE, 1963; ROER, 1971). Pour tenir compte du comportement mobile des différentes espèces, la distance entre ces groupes ou nichoirs individuels doit être de quelques mètres à plus de cent mètres. HEIDECKE (1989), SCHWARTING (1994a), DIETERICH & DIETERICH (1997b) conseillent l'installation à des distances de 50 m, Schmidt propose entre 80 et 120 m. Il faut aussi tenir compte de distances plus importantes que les chauves-souris parcourent éventuellement en été entre des gîtes (p. ex. murin de Bechstein 1 km, et murin de Natterer 2 km). Les distances plus courtes sont nécessaires quand il faut s'attendre à une concurrence entre oiseaux et chauves-souris. Ici on conseille l'installation simultanée de nichoirs à chauves-souris et nichoirs à oiseaux (1:2 à 1:4, SCHMIDT, 1977; OLDENBURG & HACKETHAL, 1989). Les résultats des études de télémétrie réalisées dans le cadre du projet sont aussi d'une grande aide pour l'estimation de la densité en nichoirs par rapport à la fréquence de déménagement et au degré de fidélité au gîte des différentes espèces (voir Tableau 25, chap. 3.3.1).

Hauteur de fixation

Les observations de gîtes naturels à chauves-souris dans des arbres correspondent à des hauteurs très diverses: entre quelques centimètres au-dessus du sol pour l'oreillard roux (FUHRMANN & GODMANN, 1994) jusqu'à 22 m pour la noctule commune (KRONWITTER, 1988a). D'une étude dans la Röhn, il résulte que l'offre en cavités naturelles la plus importante se situe à une hauteur comprise entre 5 et 7 m (ZAHNER, 1993). OLDENBURG & HACKETHAL (1989) ont constaté que parmi des nichoirs installés entre 1,5 et 6 m du sol, ceux qui étaient occupés par des animaux se trouvaient à toutes les hauteurs proposées. La noctule commune semble préférer des cavités situées à plus de 4 m (voir STRATMANN, 1978; KRONWITTER, 1988a). Il faudrait tenir compte de la facilité d'accès, et du risque de dérangement. La hauteur doit donc être plus importante en bordure de chemin qu'à l'intérieur des peuplements. Pour tenir compte du comportement spécifique de la noctule commune, il faudrait installer des nichoirs à plus de 4 m de hauteur, à des endroits appropriés (HEISE & BLOHM, 1998). Les contrôles sont en principe facilités quand il suffit d'une échelle légère, c'est-à-dire quand les nichoirs sont installés à une hauteur comprise entre 2,5 et 4 m.

Exposition et ombrage

Il n'y a que peu d'études exploitables concernant l'orientation des nichoirs à chiroptères. La plupart des nichoirs installés sont orientés vers le sud et l'est d'après des recommandations anciennes. FUHRMANN (1992) démontre une préférence pour l'orientation sud-ouest en passant par le sud jusqu'au nord-est. STEBBINGS & WALSH (1991) indiquent que des nichoirs orientés nord pourraient être préférés lorsqu'il fait très chaud. Le choix de l'orientation est très directement lié à l'ombrage. Les nichoirs exposés nord se trouvent pendant l'essentiel de la journée totalement ou partiellement ombragés par le tronc, alors que ceux exposés sud reçoivent bien plus le rayonnement du soleil. Au printemps et en automne les nichoirs ensoleillés sont préférés. OLDENBURG & HACKETHAL (1989) décrivent la préférence de la pipistrelle de Nathusius pour des nichoirs fortement exposés aux rayonnements du soleil entre avril et juin. Lors de fortes chaleurs les nichoirs très exposés au soleil seront évités (KÖNIG & KÖNIG, 1995; SCHMIDT, 1990), car les températures intérieures peuvent devenir trop élevées (NAGEL & NAGEL, 1993). Pendant l'été la plupart des chauves-souris isolées ou en colonies de reproduction sont dans des peuplements ombragés (SCHWARTING, 1990; NAGEL & NAGEL, 1993). Une de nos études a évalué le choix des nichoirs par des murins de Bechstein en rapport avec la température (WEISSMANN, 1997). Dans l'aire d'étude près de Würzburg on a installé 26 paires de nichoirs en forêt à des endroits différents. Les paires se distinguaient par la couleur (noire et blanche) et présentaient par conséquent des températures intérieures différentes. Les femelles de murin de Bechstein préféraient les nichoirs aux cavités d'arbres naturelles pour l'élevage des petits, mais avant et après cette saison elles préféraient les gîtes naturels. Pendant la phase d'élevage, les femelles choisissaient les nichoirs les plus chauds (peints en noir et situés dans les pentes ensoleillées, Kerth *et al.* in MESCHÉDE *et al.*, 2002); en dehors de cette saison, il n'y avait pas de différence significative dans l'utilisation des nichoirs, à des températures différentes. On sait que les chauves-souris choisissent en bâtiment différents lieux d'accrochage dans un même gîte pour la régulation thermique (voir GEBHARD & OTT, 1985; VOGEL, 1988; WEIGOLD, 1973). En Amérique du Nord les chauves-souris choisissent leurs gîtes dans des nichoirs (accrochés aux maisons) plus ou moins chauds selon la météo (WILLIAMS & BRITTINGHAM, 1997). En conséquence, il faut qu'il y ait suffisamment de nichoirs accrochés aux endroits ensoleillés et ombragés pour permettre aux chauves-souris de changer de gîte (voir à ce propos les observations de WEIDNER, 1998 citées plus haut).

L'accès à la plupart des nichoirs devrait rester libre (ISSEL & ISSEL, 1955; NAGEL & NAGEL, 1988; OLDENBURG & HACKETHAL, 1989; SCHMIDT, 1977). Mais des nichoirs dans le feuillage peuvent rester accessibles, et même être

préférés spécialement par le murin de Bechstein, le murin de Natterer ou l'oreillard roux (LEITL, 1995; SCHWARTING, 1994a; WISSING & KÖNIG, 1995).

Lieux d'accrochage des nichoirs

Les avis divergent concernant les lieux d'installation des nichoirs à chiroptères. Beaucoup d'auteurs préfèrent les chemins, sentiers ou clairières (DIETERICH & DIETERICH, 1997b; HEIDECHE, 1989; ISSEL & ISSEL, 1955; OLDENBURG & HACKETHAL, 1989; ROER, 1971; SCHMIDT, 1977), alors que d'autres préconisent le cœur des peuplements (KOLB, 1957; HEISE, 1982a, b, c; NAGEL & NAGEL, 1988; SCHWARTING, 1990). Il est confirmé que l'on peut favoriser une certaine espèce suivant le choix du lieu d'accrochage (p. ex. LEITL, 1995). Des peuplements pourvus en nichoirs à proximité de territoires de chasse potentiels (parcelles richement structurées, étangs, cours d'eau) seront mieux fréquentés. DIETERICH & DIETERICH (1988) indiquent qu'il faut compter avec un risque de prédation accru de la part de rapaces tels que le hibou moyen-duc, lors d'installations en lisière de forêt. Si des nichoirs ne sont pas adoptés pendant un certain temps à un endroit, et qu'ailleurs d'autres sont occupés, il convient de changer le lieu d'accrochage des premiers. Nous ne pouvons pas donner de conseil particulier pour un certain type de forêt. Les différents auteurs orientent leurs conseils en fonction du taux de réussite, et non pas en lien avec les questions posées. Quand on veut recenser la faune de chauves-souris dans un certain peuplement, ou quand l'offre des gîtes doit être améliorée dans des massifs structurellement pauvres, il n'est pas important de savoir si l'on peut compter avec un taux d'occupation important ou non.

Taux de réussite et d'occupation

Comme nous pouvons le voir dans le Tableau 27, les taux de réussite dépendent de facteurs divers, par exemple des aires d'étude, du type de nichoir et de l'intensité de contrôle.

Les dangers ou désavantages liés à l'installation de nichoirs

Nous ne voulons pas omettre les arguments contre l'emploi de nichoirs. HENZE (1963) rapporte qu'un nombre important de chauves-souris sont trouvées mortes dans des nichoirs. Il relie ce phénomène aux nichoirs mal conçus ou installés, ou accessibles aux rapaces et martres, dans la première moitié du XX^e siècle. Cet auteur estime même que la diminution de populations serait causée par la martre. Après presque 40 ans d'études et de suivi des nichoirs on peut dorénavant exclure une mise en danger des populations par les rapaces.

Les éléments apportés par GEBHARD (1997) sur la concurrence sont remarquables. Autant le rejet des chauves-souris par des oiseaux peut être évident, autant on comprend mal les mécanismes de concurrence entre les espèces de chauves-souris. GEBHARD (1997) pense que l'emploi de nichoirs peut induire l'arrivée d'espèces colonisatrices sur des territoires où il y a déjà d'autres chauves-souris peu visibles ou remarquables, ce qui peut déclencher des mécanismes de concurrence. Des espèces plus faibles pourraient se trouver rejetées par des espèces dominantes, pour lesquelles les exigences en gîtes correspondent précisément aux nichoirs installés. GEBHARD (1997) rapporte l'exemple de *Plecotus auritus* et des petites espèces du genre *Myotis*, qui pourraient éventuellement entrer en compétition avec les genres *Pipistrellus* et *Nyctalus*.

L'emploi de nichoirs en forêt domaniale des länder fédéraux

A partir du milieu du XIX^e siècle, on a favorisé certaines espèces d'oiseaux en améliorant l'offre en gîtes par des nichoirs. Ceci faisait partie du courant qui préconisait la lutte biologique pour l'agriculture et la sylviculture. On a fortement promu l'installation de nichoirs dans les différents länder fédéraux. Henze a poursuivi avec insistance la «protection économique des oiseaux» dans les länder du sud pendant les années 30 et 40. En 1989 plus de 180 000 nichoirs ont été contrôlés en forêt publique en Bade-Wurtemberg dont plus de 90% de nichoirs à oiseaux (GATTER, 1997; SCHRÖTER & SCHELSHORN, 1993); en 1986 en Bavière, ce furent plus de 150 000 nichoirs dont 1500 nichoirs à chauves-souris (BÄUMLER, 1988). L'évolution va vers une réduction des nichoirs en forêt domaniale, en particulier pour des raisons de coût. Dans environ 50 districts forestiers bavarois, on va maintenir pendant les années à venir des nichoirs dans le cadre d'un programme expérimental. Le taux d'occupation des nichoirs par les chauves-souris était, en Bade-Wurtemberg entre 1984 et 1992, compris, entre 0,8 et 1,6% (SCHRÖTER & SCHELSHORN, 1993). En Bavière les taux de 1985/86 étaient d'environ 3% pour des nichoirs en béton de bois à oiseaux, et de 16,8%, voire 18,6% pour des nichoirs à chauves-souris (BÄUMLER, 1998). D'après les rapports de l'office de forêt domaniale de Wesel (district Leucht), le taux d'occupation des nichoirs par des chauves-souris est compris entre 1 et 3%.

Ces faibles taux d'occupation ne correspondent probablement pas à l'occupation réelle par des chauves-souris, mais sont d'origine méthodologique. D'après le «livre de contrôle» de HENZE (1991), qui constitue la base pour les contrôles de nichoirs, on ne note des nichoirs comme occupés par des chauves-souris que quand on y trouve beaucoup d'excréments de chauves-souris, ou un animal. Des faibles quantités d'excréments ne seront pas enregistrées. Ensuite, le moment du contrôle (deuxième à quatrième semaine de septembre) est souvent trop tard

en saison pour constater une occupation par des chauves-souris. En rapport avec le volume de travail des agents forestiers les contrôles ne seront effectués que bien plus tard en réalité, souvent en octobre, et seulement pour un nettoyage des nichoirs. Suite au départ des chauves-souris vers les gîtes intermédiaires ou d'hiver, le nombre d'individus de chauves-souris constatés baisse rapidement suivant la région et au plus tard à partir de fin septembre (voir BOLDHAUS, 1988; SCHWENKE, 1988a, b; SCHLAPP, 1990; SCHMIDT, 1990; SCHWARTING, 1994a; ARNOLD *et al.*, 1996b). Ainsi il est probable que l'on sous-estime énormément le taux d'adoption réel des nichoirs par les chiroptères. Dans des régions de la forêt domaniale bavaroise, dont l'équipement en nichoirs est constitué surtout de nichoirs de type nichoir à pignon bavarois, on a constaté des taux d'occupation de plus de 50 % (FRITSCH, 1991; LEITL, 1995).

Les interventions pour la protection des oiseaux forestiers représentent une augmentation de l'offre en gîtes pour des chauves-souris à ne pas sous-estimer, tout particulièrement dans des peuplements équiens structurellement pauvres. Mais il ne faut pas non plus les considérer comme la solution universelle de substitution suffisante pour compenser la perte de cavités naturelles dans des arbres. La diminution de ces gîtes artificiels, telle qu'elle est pratiquée par la plupart des administrations forestières, ne doit pas être entreprise d'une façon trop abrupte, mais doit être accompagnée d'interventions correspondantes pour augmenter le nombre d'arbres à cavités naturelles. Une interruption rapide des contrôles annuels peut avoir des conséquences négatives sur les chauves-souris ou leurs populations :

- l'accumulation des excréments et des matériaux de nidification rend les nichoirs inutilisables;
- des nichoirs anciens ou défectueux, qui ne sont plus remplacés, ne pourront pas être substitués rapidement par des gîtes naturels.

De plus des données précieuses sur la faune et l'évolution des populations ne seront plus collectées. Dans la dernière année du projet (1998), on a donc mené une enquête dans les administrations forestières de 15 länder (sans la Bavière, d'où proviennent d'autres données), pour poser les questions suivantes :

- depuis **quand** utilise-t-on et contrôle-t-on des nichoirs en forêt domaniale ?
- **combien**, et **quels types** de nichoirs ont été installés, dans **quels types de peuplements** de la forêt domaniale, et comment ont évolué l'équipement d'une part et la population de chauve-souris d'autre part (augmentation, diminution, maintien) ?
- dans l'avenir, l'offre en nichoirs et les contrôles vont-ils être maintenus ou vont-ils plutôt diminuer ?

Nous avons reçu des réponses de la Hesse, de la Rhénanie-Palatinat et de Mecklembourg-Poméranie occi-

dentale. D'une façon concordante, on nous a répondu que les données des contrôles des nichoirs ne sont pas exploitées d'une façon centralisée, mais que le suivi est assuré par les offices des districts concernés, souvent en collaboration avec des chiroptérologues locaux (p. ex. Mecklembourg-Poméranie occidentale). Les réponses aux questions citées plus haut ne pouvaient donc pas être données, ou seulement d'une façon générale. Nous disposons à ce sujet de publications sur les nichoirs de Bavière et du Bade-Wurtemberg (BÄUMLER, 1998; GATTER, 1997; SCHRÖTER & SCHELISHORN, 1993).

Si l'offre en gîtes artificiels pour les oiseaux et les chauves-souris se réduisait comme c'est à prévoir pour l'avenir, il faut craindre que la population de chauves-souris baisse dans les forêts, et surtout dans des peuplements monotones de résineux équiens, où l'offre naturelle en gîtes n'existe pas ou peu. La formation de gîtes naturels ne commence massivement, suivant l'essence, qu'à partir d'environ 100 à 120 ans. En supposant qu'une futaie pure d'épicéa de 70 ans doive être convertie en peuplement mixte, il faudrait passer un laps de temps d'au moins 30-50 ans pour avoir une offre suffisante en cavités naturelles. L'espérance de vie des gîtes artificiels est en tous cas plus courte.

Peut-on augmenter la population de chauves-souris par l'emploi de gîtes artificiels ?

Toutes les expériences et les efforts pour augmenter artificiellement :

- la ressource en gîtes dans des forêts peu naturelles,
- les taux de réussite d'occupation des nichoirs,

suggèrent une augmentation du nombre de chauves-souris suite à ces interventions dans un territoire donné.

Pour pouvoir faire de telles affirmations, il faut des études sur de nombreuses années, car le faible taux de reproduction des chauves-souris ne permet d'évaluer la réussite ou l'échec qu'après une longue période. Il est sans doute vrai que les nichoirs rendent les chauves-souris plus visibles et accessibles pour les chiroptérologues et chercheurs. Dans la plupart des régions il n'est pas possible de savoir si l'on peut réellement augmenter le nombre d'individus dans un territoire donné par une offre artificielle en gîte, et si la population s'accroît réellement. Les études ne sont pas menées d'une façon systématique (on ne fait qu'un ou deux contrôles par an) et dans un peuplement, l'installation de nichoirs n'est généralement pas précédée d'un recensement des populations de chauves-souris.

Schmidt a mené une étude de longue durée dans l'est du Brandebourg pendant 20 ans dans une région de pinèdes régulières homogènes équipées de nichoirs. La population de chauves-souris, donc le nombre d'individus, y a

augmenté d'une façon nette sur l'ensemble des 354 ha (SCHMIDT, 1990, 1994a, b). Dans un laps de temps d'environ 20 ans, le nombre des chauves-souris a d'abord peu augmenté, puis rapidement, pour atteindre finalement un équilibre. 56 à 94 % des 207 nichoirs étaient occupés par 11 espèces entre 1984 et 1988. Les chauves-souris avaient donc investi la forêt comme lieu de gîte. On peut seulement spéculer sur l'utilisation de la forêt comme territoire de chasse. Les rapports de Prys Witt (*in* DIETRICH *et al.*, 1998) peuvent eux aussi être interprétés dans le sens d'une augmentation de la population : dans ce cas on a pu constater sur 10 ans pour 27 nichoirs une augmentation de 26 (3 espèces) à 350 individus (12 espèces). Mais il est probable que l'augmentation du nombre d'individus s'explique par un déplacement de la population. On ne comprend pas encore suffisamment, par manque d'études, le rôle de phénomènes d'interactions sociales facilitées par la présence de gîtes adaptés. Nous mettons en garde contre une interprétation prématurée dans le sens d'une nouvelle « colonisation » pour la plupart des massifs forestiers. Comme déjà indiqué plus haut, il faudrait réaliser une étude sérieuse dans le massif concerné, sur ses gîtes naturels et ses populations de chauves-souris, pour pouvoir constater une augmentation réelle du nombre d'individus. HEISE (1983a) pense que le terme de « colonisation » est erroné, et qu'il est probable que toutes les espèces rendues visibles par les nichoirs vivaient bien dans l'aire d'étude avant leur installation.

Pour résumer, la création de gîtes artificiels peut provoquer une colonisation des régions pauvres en gîtes, comme l'indique l'exemple du Brandebourg de l'est (voir aussi bibliographie dans SCHMIDT, 1994b : DIETRICH & DIETRICH, 1988 ; HAENSEL & NÄFE, 1982 ; HEISE, 1981, 1982a, 1983a, 1985a ; IFFERT *et al.*, 1989 ; KUTHE & IBISCH, 1989 ; OLDENBURG & HACKETHAL, 1988 ; SCHMIDT, 1977, 1990 ; STRATMANN, 1973). Après un certain temps les chauves-souris « trouvent », par hasard ou grâce à une communication intra-spécifique, les nouveaux gîtes. La vitesse de colonisation dépend surtout de la présence de chauves-souris dans le secteur. Il en résulte, en conséquence, le soutien artificiel de la faune de chauves-souris avec des nichoirs dans des forêts d'Allemagne, et tout particulièrement dans des forêts régulières d'âge jeune ou moyen où l'offre en gîtes naturels est faible. Nous pensons concrètement aux grands massifs et espaces naturels suivants :

- pinèdes pures en Brandebourg, Mecklembourg-Poméranie occidentale, Saxe ;
- pessières pures en Thüringer Wald ;
- pessières pures en Allgäu.

L'installation de nichoirs peut avoir son intérêt pour le suivi de certaines espèces (p. ex. le murin de Bechstein en Schleswig-Holstein).

Récapitulatif

Nous préconisons une diminution progressive de l'offre en nichoirs sur une durée de plusieurs décennies, avec une augmentation simultanée de l'offre en gîtes naturels, par une gestion forestière qui tolère et favorise la formation de cavités naturelles.

Résumé

L'utilisation de nichoirs en forêt aide à maintenir et à augmenter l'offre en gîtes pour les chauves-souris, et ainsi probablement à maintenir la population de chauves-souris. Une influence positive sur la population dépend probablement du type forestier lui-même : dans un peuplement sans gîte naturel (jeune forêt régulière), seuls les nichoirs fournissent des gîtes pour les chauves-souris et permettent ainsi une « nouvelle colonisation » ou une « recolonisation ». Dans des peuplements irréguliers, avec au moins un peuplement partiel plus âgé, la probabilité est plus grande qu'il y ait déjà des gîtes naturels qui seraient éventuellement déjà colonisés. Un accroissement de la population de chauves-souris est alors plus difficile à constater. Les nichoirs ne peuvent pas se substituer réellement aux gîtes naturels perdus, à cause de leur espérance de vie moindre et de leur dépendance aux interventions de remise en état. L'installation de nichoirs peut seulement être considérée pour ces raisons comme une solution temporaire, bien que nécessaire dans certaines forêts qui manquent de gîtes naturels. Le but doit par contre être la diminution du nombre de nichoirs dans l'avenir, sans créer une situation de carence en gîtes. La diminution doit donc être accompagnée par une restauration des gîtes naturels. Il n'y a pas de logique à installer des nichoirs dans une forêt sans effort simultané pour une amélioration ou une restauration de la qualité du biotope. On ne peut protéger les chauves-souris sans favoriser une dynamique de la faune, basée sur un développement des ressources naturelles. Nous mettons expressément encore une fois l'accent sur le fait qu'il n'aurait pas été possible de formuler les besoins en gîtes, ni de donner des recommandations aux gestionnaires forestiers, si nous n'avions pas disposé des résultats indispensables issus des activités de contrôles pénibles pendant de longues années sur des sites équipés en gîtes artificiels.

Nous pouvons donc donner un avis favorable à l'emploi de nichoirs en forêt avec le raisonnement suivant :

- comme **solution temporaire** pour augmenter l'offre en gîtes et jusqu'à la restauration d'un nombre suffisant de gîtes naturels ;
- comme solution avantageuse pour **recenser la faune des chauves-souris** dans des forêts et pour obtenir des **données sur la biologie et l'écologie** d'espèces particulières, grâce à la facilité d'observation (voir p. ex.

les travaux de LAUFENS, 1973a; HEISE, 1982a; WOLZ, 1986; SCHLAPP, 1990; SCHMIDT, 1994a, b; WEIDNER, 1998; KERTH, 1998);

- pour **évaluer** et **contrôler le succès** d'interventions pour la protection de la nature (FUHRMANN, 1992);
- à des fins pédagogiques, d'activités de **vulgarisation**, pour des cours pratiques de sciences naturelles (LÜTHJE, 1986).

Là où l'emploi de nichoirs est indispensable comme **solution temporaire**, nous pouvons donner les conseils suivants pour leur installation :

- les **habitats adaptés** sont par exemple :
 - des forêts résineuses, mélangées et feuillues au stade de perchis (à partir de 30 ans), surtout pendant les phases de forêt régulière pauvre en structures,
 - des fourrés (avec quelques vieilles réserves comme support pour les nichoirs),
 - des futaies jeunes ou moyennes;
- utiliser prioritairement des **nichoirs à chauve-souris**, et non pas à oiseaux (éventuellement pour diversion), qui permettent aux excréments de tomber hors du nichoir, ce qui économise des travaux d'entretien et de réparation;
- le **trou d'entrée** ne doit pas être trop petit (les trous ronds de 26 mm de diamètre et les fentes de 15 mm de large sont trop étroits pour des femelles gestantes);
- le trou d'entrée ne doit pas être obstrué par des **excréments**;
- proposer des **types** différents (gîtes à fente et à volume), ou en alternative, monter des **branches creuses** avec un volume entre 2 et 5 litres avec le trou vers le bas;
- **matériaux** : béton de bois ou bois (calfeutré avec de la toile goudronnée);
- **distances** : l'arbre voisin, 50 m, 80-100 m, plusieurs km;
- **lieu** : à l'intérieur du peuplement et en lisière, la proximité de l'eau et des lisières est favorable (on rapporte des réussites régulières sur des miradors de chasse, où l'on monte des planches à chauves-souris ou des nichoirs plats);
- **hauteur** : 2-5m;
- **orientation** : peu important, proposer des orientations différentes, éviter le nord;
- jusqu'à **l'obtention d'une bonne densité en gîtes** naturels, maintenir une offre permanente approximativement égale.

Nous ne conseillons pas un type de nichoir particulier, car les exigences des espèces de chauves-souris sont

trop variées. Avec la croissance des connaissances des exigences en gîte des différentes espèces vivant en forêt, avec des expériences pratiques avec des nichoirs, on peut certainement encore optimiser les différents types de nichoirs, comme cela a souvent été fait ou proposé dans le passé (HEISE, 1980; MAINER, 1995). Une possibilité intéressante, bien qu'à ne pas reproduire pour des raisons esthétiques, est l'idée décrite chez TUTTLE & HENSLEY (1993) qui consiste à imiter des gîtes derrière de l'écorce décollée : aux Etats-Unis, on enveloppe des arbres avec de la tôle ondulée. L'espace ainsi créé entre le tronc et le métal sert depuis avec succès de gîte à reproduction à *Myotis lucifugus*. Mais des arbres habillés de tôles étant peu agréables au regard, on peut plutôt employer des matériaux naturels. On imagine que de tels gîtes pourraient être colonisés par la barbastelle.

Il y a donc un grand terrain d'action, qui devrait être adapté à la situation locale (en particulier au type forestier). Il serait indiqué de prendre contact avec des chiroptérologues locaux ou avec des associations concernées par les chauves-souris.

3.3.3. Autres gîtes en forêt

En ce qui concerne le gîte, les chauves-souris sont flexibles et capables de s'adapter jusqu'à un certain point. Ceci se voit par exemple dans la colonisation des nichoirs. D'autres constructions et structures anthropogènes en forêt ou à sa lisière offrent souvent des cachettes idéales pour les chauves-souris sous forme de fentes ou de gîtes semblables aux cavités d'arbres. Elles occupent alors les mêmes fonctions que les gîtes décrits dans les chapitres 3.3.1 et 3.3.2.

Miradors de chasse

Les miradors de chasse se construisent en général en planches et en rondins de bois. Ils sont souvent calfeutrés contre les intempéries avec du papier goudronné. Non seulement leur structure offre de nombreux gîtes en fentes, mais leur situation en bordure de chemins forestiers et clairières favorise leur colonisation par des chauves-souris. On trouve surtout des espèces à vol rapide dans les miradors, telles que la noctule de Leisler et la pipistrelle de Nathusius.

Lors d'une enquête au niveau fédéral sur des observations de chauves-souris en forêt, des découvertes de pipistrelles de Nathusius et d'oreillards sont mentionnées dans ce type d'équipement : par exemple dans le district de Hürgenwald et Bad-Driburg en Rhénanie-Westphalie; Bautsch (comm. pers.) trouve tous les ans des pipistrelles de Nathusius dans les miradors des plaines de l'Isar au nord de Munich.

L'installation de nichoirs plats sur la paroi extérieure des miradors augmente les possibilités de gîte. HÜBNER & PAPADOPOULOS (1998) ont observé surtout des murins de Brandt (probablement aussi des murins à moustaches) dans ce type de gîte en fente. Dans la forêt de Mantel (Haut-Palatinat), où ont été montés 100 nichoirs plats contre des équipements bâtis, dès la première année (1997) 32% de ces gîtes étaient occupés en été par des pipistrelles de Nathusius, pipistrelles communes et oreillards roux (LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN, 1998).

Chalets

Les chalets du service forestier, chalets privés et associatifs, refuges de montagne et d'alpage sont des équipements qui offrent par leur type de construction des cachettes idéales. Les chauves-souris adoptent souvent comme gîte intermédiaire, mais aussi pour la reproduction, des structures telles que bardeaux, déflecteurs, volets, tableaux, décorations florales, tôles ondulées, etc. Tant qu'il y a un accès au grenier, lui aussi représente un gîte potentiel. Fuhrmann *et al.* (in MESCHEDÉ *et al.*, 2002) ont trouvé dans les plaines rhénanes de Hördt (aire d'étude n°15) une colonie de pipistrelles dans la station de pompage sur le Rhin, et Bautsch (comm. pers.) a observé régulièrement de nombreuses pipistrelles de Nathusius derrière un bardage en tôle d'une station de pompage sur l'Isar.

Piles de bois, dépôts de bois

La pipistrelle de Nathusius a développé une certaine préférence pour les piles de bois de feu. On la trouve occasionnellement en hibernation entre les bûches prévues pour être brûlées en cheminée. En règle générale ces découvertes proviennent de l'environnement des maisons privées, et on ne peut pas organiser d'études sur les places de dépôt de bois en forêt. Nous ne pouvons donc que supposer que de tels dépôts de bois empilés offrent des gîtes possibles en forêt.

Ponts, tours de veille et autres constructions

Comme dans d'autres bâtiments, les fentes et trous de forages des ponts produisent des gîtes de petit volume, qui peuvent servir à certaines fonctions. On a observé quelquefois des murins de Daubenton qui occupaient des trous de cheville et de forage comme gîtes d'accouplements (Zahn, comm. pers.). Le pont d'un chemin forestier est même utilisé comme gîte d'hibernation par le murin de Daubenton et l'oreillard roux dans le district de Paderborn (Rhénanie-Westphalie, rapports écrits par l'office de forêt domaniale 1997 dans le cadre d'une enquête). Les tours de veille peuvent exercer comme les

miradors une attraction forte grâce à leur situation dégagée, pour des espèces à vol rapide et aérien.

Grottes, mines, caves et fentes rocheuses

Des cavités souterraines d'origine naturelle ou anthropogène, ou bien des fentes qui pénètrent profondément dans les rochers (carrières) peuvent être adoptées comme gîte hivernal sous nos climats. Les grottes naturelles et mines abandonnées se trouvent souvent en forêt. Des caves d'entrepôts sont dans certaines régions construites en lisière forestière proche d'un village. La forêt représente un territoire de chasse immense avant et après la phase d'hibernation.

Récapitulatif

Les ouvrages existants et les équipements construits en forêt ou à sa lisière représentent, surtout pour des massifs forestiers pauvres en gîtes, un potentiel supplémentaire. On devrait veiller à les maintenir et à les contrôler régulièrement. Lors de constructions ou de restaurations, leur occupation par des chauves-souris devrait être vérifiée.

Ce chapitre représente en quelque sorte le maillon qui relie la protection des chauves-souris en forêt à celle en région urbanisée. Actuellement un projet d'essai et de développement (projet E+E) initié par l'office fédéral pour la protection de la nature traite de ce sujet dans le canton de Marburg-Biedenkopf.

3.4. TERRITOIRES DE CHASSE ET ALIMENTATION

Diverses espèces de chauves-souris peuvent exploiter ensemble le milieu forestier. Des spécialisations les amènent cependant à préférer certaines structures forestières horizontales et verticales et à exploiter la forêt plus ou moins intensivement. Les comportements de défense du territoire inter ou intra-spécifiques sont très difficiles à observer. Ce sujet n'a pas encore été étudié suffisamment chez les espèces de chauves-souris européennes. Les nombreuses études utilisant la télémétrie menées dans le cadre de ce programme ont démontré l'existence de territoires de chasse individuels, qui sont même conservés d'une année à l'autre (voir Kerth *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Chez certaines espèces on constate une grande fidélité au territoire de chasse (en particulier le murin de Bechstein); d'autres changent spontanément, et d'une façon imprévisible, de territoire et apparaissent à l'observateur plus flexibles dans leur comportement (noctule commune et de Leisler, murin de Natterer).

FENTON (1982) et BARCLAY (1985) postulent que les chauves-souris qui s'alimentent d'invertébrés chassent généralement d'une façon opportuniste. Lorsqu'il y a une offre alimentaire suffisante, elles peuvent même se spécialiser sur certains groupes de proies (p. ex. le grand murin et la noctule commune, qui s'alimentent au printemps presque exclusivement de hannetons). Les chauves-souris améliorent ainsi l'efficacité énergétique de leur chasse (ANTHONY & KUNZ, 1977; BELWOOD & FULLARD, 1984). Certaines espèces de chauves-souris défendent des territoires de chasse en période de faible abondance de proies pour limiter la concurrence (RACEY & SWIFT, 1985; BARCLAY, 1985; BELWOOD & FULLARD, 1984; KRONWITTER, 1988a). La rareté des connaissances est due à la difficulté des conditions d'études sur la véritable compétition intra-spécifique sur les territoires de chasse.

Les chauves-souris capturent en une nuit entre 20 et 50 % de leur propre poids corporel (ANTHONY & KUNZ, 1977). Par exemple, une noctule commune de 30 g attrape 10 g de proies.

Divers auteurs ont essayé de calculer les quantités quotidiennes d'invertébrés consommés :

- d'après KULZER (1989), une colonie de 800 grands murins consomme environ 55 000 insectes par nuit. Avec un poids moyen de 0,2 g par proie, cela donne un total de 10-11 kg. En considérant qu'un grand murin de 30 g consomme environ 13 g (p. ex. 40 carabidés) par nuit, il en résulte pour la saison active (entre mi-avril et mi-octobre = env. 180 nuits) presque 2,5 kg/individu. Une colonie de 800 grands murins consomme donc en un été 2000 kg d'insectes !
- un seul murin de Daubenton qui pèse 9 g mange par nuit 3 à 400 chironomes (FRANK & DIETZ, 1999).

Ces calculs deviennent intéressants pour le forestier, s'il considère la diversité des proies consommées. Lors de phases de pullulation, les insectes nuisibles aux activités agricoles et forestières sont les proies privilégiées de prédateurs opportunistes comme les chiroptères. On a pu en particulier déterminer que les lépidoptères suivants sont les proies de l'oreillard roux : *Agrotis segetis*, *Polia oleracea* et *Tortrix viridana*. Henze (in KULZER, 1989) rapporte que les excréments de l'oreillard roux et du murin de Bechstein sont, au mois de juin, régulièrement colorés de vert-jaunâtre à cause de l'importance des restes de tordeuse du chêne. Depuis les années 1950/60 on favorise de plus en plus des oiseaux dits auxiliaires, connus pour consommer des parasites forestiers, avant tout les tordeuses du chêne (mésanges charbonnière et bleue, gobe-mouche gris et moineau domestique). La lutte « biologique antiparasitaire » a trouvé ses adeptes parmi les gestionnaires de la forêt.

Mais l'aide aux chauves-souris était reléguée au second rang dans ce contexte. Pourtant des chiroptérologues

signalaient déjà au XIX^e siècle que « les chauves-souris s'alimentent exclusivement d'insectes, surtout nos espèces autochtones. On peut en déduire leur grande utilité. Car, puisque leur alimentation est composée surtout de papillons de nuit, et que c'est justement ceux-là qui détruisent nos forêts et vergers, sans chauves-souris les chenilles nuisibles à la forêt et aux fruits deviendraient vite si nombreuses, que nos forêts s'en trouveraient défoliées, et nos vergers sans fruits. » (KUHL, 1819).

Les invertébrés suivants sont classés comme proies principales des chauves-souris :

- **lépidoptères** : noctuidés, géométridés, arctiidés, pyralidés ;
- **diptères** : nématocères, chironomidés, tipulidés, syrphidés ;
- **névroptères** : chrysopidés, myrméléontidés ;
- **éphéméroptères**
- **coléoptères** : carabidés, et de nombreuses autres familles ainsi que tout spécialement certaines espèces comme le hanneton ;
- **araignées et opilions**.

D'autres invertébrés sont ponctuellement concernés, mais ne représentent jamais la proie principale (p. ex. trichoptères).

Dans le groupe des papillons, on compte certains des plus grands nuisibles forestiers :

- la nonne (*Lymantria monacha*),
- la tordeuse du chêne (*Tortrix viridana*),
- l'hibernie défeuillante (*Erannis defoliaria*),
- l'hyponomeute du fusain (*Yponomeuta evonymella*),
- le bupalé ou phalène du pin (*Bupalus piniarius*),
- le porte flèches (*Agrotis vestigialis*),
- le bombyx du pin (*Dendrolimus pini*),
- la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pinivora*),
- la noctuelle du pin (*Panolis flammea*).

Exploitation des ressources forestières, niches écologiques

Des travaux plus étendus sur la stratégie d'exploitation de la ressource forestière par des espèces de chauves-souris vivant en syntopie se limitent dans l'espace germanophone aux travaux de TAAKE (1992), EICHSTÄDT (1995) et ARNOLD (1999).

Pour différentes espèces vivant dans une même forêt, la possibilité d'occuper leurs niches écologiques dépend de leur morphologie et de leurs méthodes de chasse.

TAAKE (1992) a étudié les limites de taille des proies potentielles : un insecte de moins de 3 mm ne présente plus d'intérêt pour un chiroptère. La taille moyenne des proies des murins de Daubenton, de Natterer et de Brandt se situe entre 7 et 8 mm, celles du murin de Bechstein et de l'oreillard roux vers 11 mm. Ainsi on peut supposer qu'il existe une distinction des niches par la taille des proies consommées dans un même habitat. A taille de proie égale, une distinction est possible par la stratégie de chasse : alors que le murin de Daubenton survole surtout les surfaces des eaux calmes à faible hauteur pour y trouver ses proies, le murin de Natterer chasse d'une façon très variable entre la zone des houppiers et la strate basse arbustive (GEISLER & DIETZ, 1999).

Les trois espèces à longues oreilles (murin de Bechstein et de Natterer, oreillard roux) glanent sur le substrat. Le murin de Bechstein préfère, au moins d'une façon saisonnière, les opilions et araignées, mais il sait aussi s'adapter à l'offre en proies de l'habitat. Il est capable d'exploiter des tipules (pessières du Haut-Palatinat, voir Wolz *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002), ou des fourmis volantes (pinède du Fläming) quand elles sont en surnombre (voir chapitre 3.1 «Le murin de Bechstein»). Le murin à oreilles échanquées fait également partie de cette catégorie. Le grand murin est probablement capable de glaner des proies sur des troncs d'arbres. TAAKE (1992) montre que le murin de Natterer dispose de la plus grande diversité de proies, et que l'oreillard roux et le murin de Daubenton affichent la plus petite. Pour les six espèces étudiées les tipules et les papillons étaient importants.

EICHSTÄDT (1995) divise en trois groupes 6 espèces de chauves-souris étudiées en détail, suivant leur alimentation et leur mode de capture. L'auteur regroupe la pipistrelle de Nathusius, la pipistrelle commune, le murin de Daubenton et la noctule commune, par opposition à l'oreillard roux (éventuellement avec le murin de Natterer) d'une part et au grand murin d'autre part, chacun ayant sa propre stratégie en forêt. Pendant que le premier groupe s'alimente surtout d'une manière opportuniste et réagit d'une façon flexible et variable à l'offre de nourriture, le second groupe pratique prioritairement le glanage et le troisième groupe chasse surtout au sol. La disponibilité des proies est un aspect que les chauves-souris ne peuvent pas influencer. Elle diffère d'une forêt à l'autre et dépend surtout des essences dominantes dans cette forêt. Par exemple, 1800 espèces animales sont liées au hêtre (SCHERZINGER, 1996).

Pour reproduire la division verticale et horizontale de la forêt en différents habitats exploitables par des chauves-souris, il faut prendre tous les facteurs en considération, tels que la disponibilité en proies, mais aussi la stratégie de chasse dépendant de la taille, de la morphologie alaire et le type de sonar de l'espèce de chauve-souris. Le Tableau 38 (chap. 4.2.2) tente d'illustrer une répartition dans différentes phases d'évolution forestières.

Le moment de l'année peut avoir une importance dans l'utilisation des ressources de la forêt. Par exemple les murins de Natterer, qui utilisent la forêt de la Pauline-naue dans le Brandebourg (aire d'étude n°6) surtout comme site de gîte pendant la saison estivale, l'utilisent presque à 100 % dès la fin de l'été et en automne comme source d'alimentation (HEINZE, 1998). Cette observation a d'autant plus d'importance que le cumul de réserves de graisse pour l'hiver est vital. Quand les ressources alimentaires dans un paysage ouvert se tarissent en fin d'été sous l'influence de la température, l'intérieur des forêts maintient probablement encore son offre en proies. Cet effet refuge de la forêt est valable aussi lors d'épisodes de mauvais temps estival. Lors de pluies et de vent fort, les chauves-souris recherchent leur nourriture momentanément en forêt (ZAHN & KRÜGER-BARVELS, 1996). La phase de lactation peut aussi avoir une influence sur le choix des territoires de chasse en forêt. Les femelles de murin de Brandt gestantes ou allaitantes chassent, d'après les études dans le Hasbruch (aire d'étude n°3), bien plus longtemps en forêt fermée que les femelles non allaitantes (voir Dense & Rahmel *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Des mâles solitaires et des femelles sans jeunes peuvent se permettre, sur un plan énergétique, de s'alimenter dans des territoires de chasse bien plus éloignés. Lors d'études sur la noctule de Leisler en Thuringe, un juvénile recherchait de toute évidence les lisières et clairières à proximité relative du gîte, et chassait même en zone ouverte à l'intérieur de la forêt, quand des animaux adultes parcouraient de grandes distances entre gîte et territoires de chasse (voir Schorcht *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Une telle différence de territoires de chasse, liée à l'âge, peut s'expliquer par la phase d'apprentissage des jeunes et souligne l'importance des bons terrains de chasse à proximité des gîtes.

Le Tableau 28 résume les connaissances actuelles et complète ou corrige les données récoltées dans le cadre du présent programme sur l'exploitation des structures forestières. La classification se base en règle générale sur des études utilisant la télémétrie, des observations par appareil de vision nocturne, et occasionnellement la méthode de marquage luminescent (voir chapitre 2).

Beaucoup d'espèces sont flexibles au point de ne pas être liées rigoureusement à un territoire de chasse ou à quelques habitats. Le récapitulatif ci-dessus est donc idéalisé et ne doit pas être considéré comme exhaustif. La recherche nous réserve certainement encore des surprises pour l'avenir.

On peut toutefois démontrer que certaines espèces souffrent tout particulièrement de la pauvreté en habitats de chasse appropriés dans les paysages de cultures intensives. La grande importance de l'habitat forestier pour ces espèces, avant tout le murin de Bechstein, le grand murin et la barbastelle, doit ici être souligné. Elles exploitent la forêt surtout pour la chasse.

Tableau 28 : Principales structures forestières servant de territoire de chasse aux chauves-souris et leurs correspondances dans les milieux ouverts.

Principales structures forestières de chasse en forêt	Espèce	Structures typiques de chasse dans le paysage ouvert des cultures	
Au-dessus des houppiers, dans l'espace aérien libre	Noctule commune	Espace aérien libre au-dessus de plans d'eau, chaumes, prairies, etc.	
	Noctule de Leisler	Boisements ripicoles, ruisseaux, haies	
	Barbastelle	-----	
	Sérotine bicolore	Grandes eaux calmes et zones au bord de l'eau	
	Sérotine de Nilsson	Grands espaces ouverts, lampadaires	
Zone des houppiers	Murin de Brandt	Haies, lisières arbustives, vergers	
	Murin de Bechstein	Jardins richement structurés, arbres isolés	
	Murin de Natterer	Groupes d'arbres	
	Murin à oreilles échancrées		
	Oreillard roux		
	Oreillard gris		
	Espace aérien libre en-dessous de la strate des houppiers et en forêt en général (trouées, clairières, chemins, prairies, fonds humides, places de dépôt de bois, etc.)	Murin de Brandt et à moustaches	Haies, alignements d'arbres, arbres isolés, cours d'eau (ruisseaux, fossés)
		Noctule de Leisler	Boisements ripicoles, ruisseaux, haies
Murin de Bechstein		(rarement en verger)	
Grand murin		-----	
Barbastelle		(rarement dans l'environnement des lotissements)	
Pipistrelle commune		Structures villageoises, surtout à proximité d'arbres, haies, broussailles, vergers et autour de lampadaires	
Pipistrelle de Nathusius		Lisières, plans d'eau	
Sérotine commune		Structures villageoises (surtout des arbres), vergers, haies, broussailles, lampadaires	
Strate intermédiaire et arbustive		Murin de Bechstein	Massifs arbustifs dans des parcs, vergers, haies
		Murin de Natterer	
	Oreillard roux		
	Oreillard gris		
	Espace aérien libre juste au-dessus du sol et la litière	Murin de Bechstein	-----
Grand murin		Prairies (fraîchement fauchées)	
Sérotine commune		Prairie	
Feuillage/tronc d'arbre ; proximité de la végétation	Murin de Bechstein	Massifs arbustifs dans des parcs, vergers	
	Murin de Natterer	Haies	
	Oreillard roux		
	Oreillard gris		

Principales structures forestières de chasse en forêt	Espèce	Structures typiques de chasse dans le paysage ouvert des cultures
	Grand rhinolophe	
	Petit rhinolophe	
Lisière forestière	Grand rhinolophe Petit rhinolophe Sérotine commune Noctule de Leisler Murin à moustaches Oreillard roux Oreillard gris Murin à oreilles échancrées Pipistrelle commune	Haies, broussailles, alignements d'arbres et boisements
Zones humides en forêt (p. ex. bras fluviaux comblés marécages)	Pipistrelle de Nathusius Murin de Brandt	Bord de l'eau, plans d'eau en phase de comblement, fossés Ruisseaux, prairies humides, marécages,
Trous d'eau/étangs forestiers, bras fluviaux morts	Toutes espèces, en particulier murin de Daubenton	Trous d'eau et étangs
Sol	Grand murin Sérotine commune	Prairies (fraîchement fauchées)

Des recherches tentent de montrer depuis longtemps les critères spécifiques de sélection des gîtes et des habitats de chasse. Un des points centraux de ces études est la détermination de la distance qui sépare le gîte du territoire de chasse. Eventuellement il y a aussi la concurrence intra-spécifique qui « oblige » des individus à s'éloigner plus du gîte que d'autres (VON HELVERSEN, 1989a). La protection et la gestion des biotopes de chasse se basent sur l'idée que les territoires de chasse sont choisis d'après les critères d'accessibilité et de disponibilité des proies. Un des facteurs déterminants utilisé en écologie est le rapport entre la taille minimale d'une aire et des individus, des populations, voire des groupes de reproduction (gîtes de mise bas). Cette valeur se déduit du rayon d'action (home range) de certains individus et du taux de superposition des aires de chasse pour les animaux d'une même colonie, mais elle représente une valeur estimée approximativement.

D'après Rolstadt & Wegge (1987, cité par SCHERZINGER, 1996) il faut tenir compte d'au moins trois niveaux pour l'évaluation des espaces de vie d'animaux sauvages menacés : **les préférences pour des stations, le rayon d'action** d'un individu, ainsi que **le territoire minimal**

viable d'une population. Le Tableau 29 rend compte des connaissances actuelles sur les rayons d'action individuels et les territoires occupés par des populations (surtout des groupes de mise bas) de chauves-souris. Ce sont les premières indications concernant la taille minimale du territoire des chauves-souris.

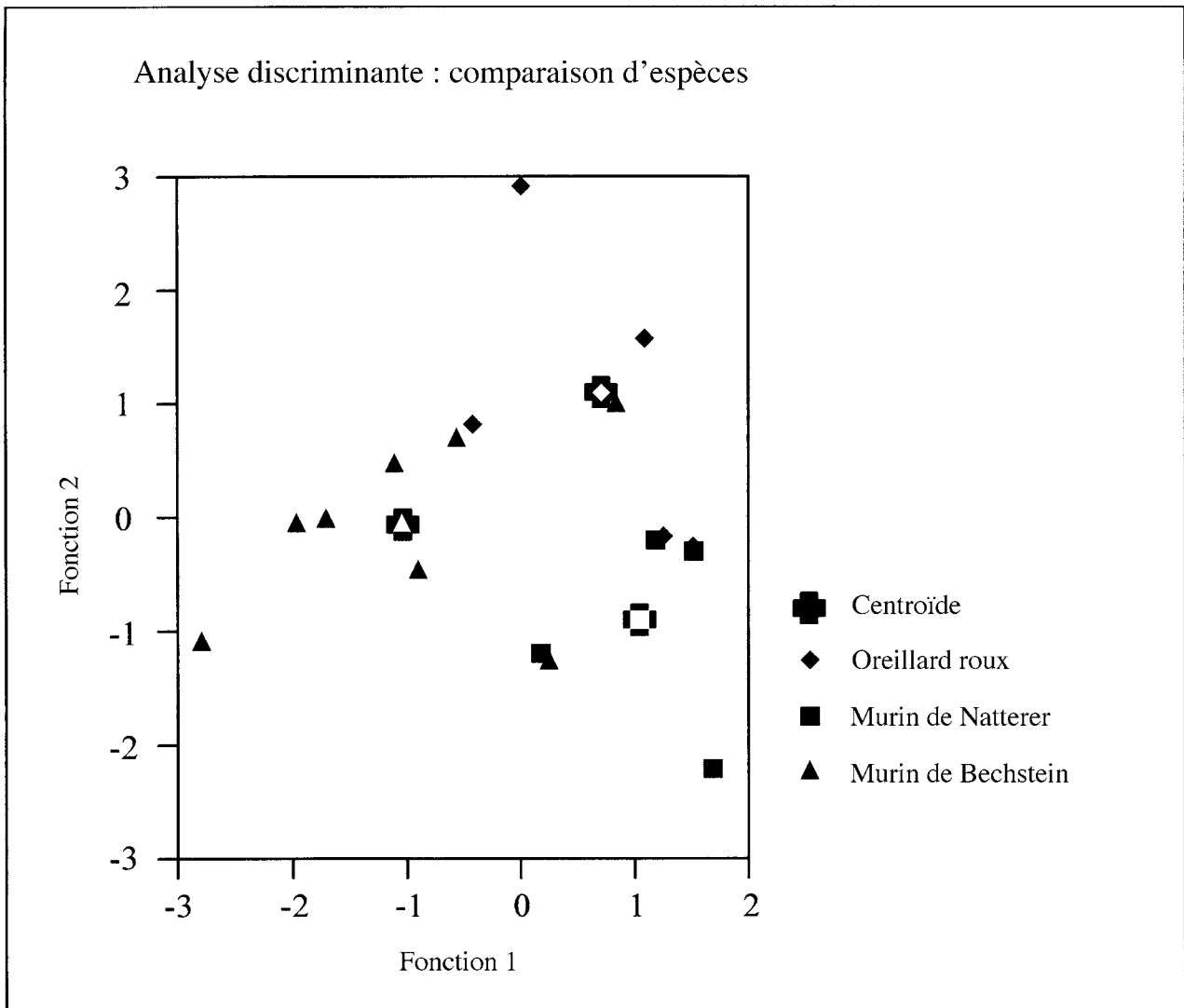
Analyses statistiques

Les données sur les peuplements forestiers et les résultats obtenus par télémétrie ne suffisent pas pour une évaluation statistique. Le programme de statistique SPSS a été utilisé pour montrer les tendances qui se dessinent pour trois espèces à longues oreilles (murin de Bechstein, murin de Natterer et oreillard roux) concernant leurs préférences écologiques en forêt. A l'aide d'une analyse discriminante, des critères de peuplements forestiers ont été confrontés. La Figure 4 liste ces critères ; 17 zones tests (voir chapitre 2) ont été analysées. On a donc relevé tous les peuplements forestiers dans un rayon de 1 km autour du gîte de reproduction (314 ha) pour l'une des trois espèces avec les critères décrits dans le chapitre 2.

Tableau 29 : Rayon d'action individuel et surface minimale des aires occupées par les colonies.
Toutes les données sont basées sur la télémétrie.

Espèce	Dimension du territoire de chasse individuel, ou rayon d'action.	Aire minimale pour un groupe de reproduction	Distance du territoire de chasse au gîte (de reproduction ou pas)	Observations/habitat de chasse préféré (forêt pas exclusive)	Sources
Grand rhinolophe	1,6 km ² territoire de chasse principal à l'intérieur d'un rayon d'env. 3,5 km autour du gîte (base : 24 animaux)	11 km ² (200 animaux)	3,5-9 km (Suisse) 2,5-6 km (Haut-Palatinat)	Nombreux territoires de chasse différents dans le paysage des forêts et cultures Lisières forestières ; boisements ripicoles ; forêts alluviales ; forêts en pente ; forêts ouvertes, haies et pentes sèches	BONTADINA <i>et al.</i> (1997), HAMMER & MATT (1996), HAMMER <i>et al.</i> (1997), PIR (1994)
Murin de Daubenton	Rayon d'action de 43 ha (EICHSTÄDT)	25 km ² (♀) 13,5 km ² (♂)	2-8 km	Eaux calmes, prairies, forêts	ARNOLD <i>et al.</i> (1996), DIETZ (1993, 1997), EBENAU (1995), EICHSTÄDT (1995, 1997), GEIGER (1992)
Murin de Natterer	Pas de données	Pas de données	< 1-4 km	Environnement villageois (étables), alignements d'arbres, parc, haies, champs, canal, forêt avec sous-étage, forêt ouverte	SIEMERS (1999), TRAPPMANN (1996) projet : HEINZE (1998)
Murin à oreilles échancrées	Territoire de chasse 50-75 ha (1 ♂)	Pas de données	2,5-4 km (gîtes de substitution distants jusqu'à 10 km)	Environnement villageois (étables), strate houppiers en forêt richement structurée	KRULL (1988), KRULL <i>et al.</i> (1991)
Murin de Brandt	Rayon d'action individuel difficile à évaluer, car très mobile et vol sur grandes distances (voir distances)	> 100 km ²	jusqu'à 11 km max.	Haies, alignements d'arbres, boisements ripicoles, canal, fossé, ruisseaux, forêt fermée richement structurée	Dense & Rahmel (in MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)
Murin à moustaches	Territoire de chasse 20 ha (1 ♀)	Pas de données	650 m (Godmann) 1100 m (Limpens <i>et al.</i>) 187 m (Nyholm)	Environnement villageois, haies, forêts, lisières, petite vallée à prairies, ruisseau	GODMANN (1995), LIMPENS <i>et al.</i> (1997), NYHOLM (1965)
Murin de Bechstein	Territoires de chasse: 6-98 ha (forêt feuillue ; Kerth <i>et al.</i>) 20-68 ha (forêt épicéa-pin, Albrecht <i>et al.</i>) 170-700 ha (pinède, Steinhäuser)	250-1200 ha (env. 20 ♀)	0,7-2 km	Vieilles hêtraies avec sous-étage moyennement dense ; occasionnellement aussi forêts résineuses (épicéa et pin) ; vergers	KERTH (1998), WAGNER (1997), WOLZ (1986) Albrecht <i>et al.</i> , Fuhrmann <i>et al.</i> , Kerth <i>et al.</i> , Steinhäuser (tous in MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)
Grand murin	Territoires de chasse: Femelles : env. 25 ha (max. 74 ha, AUDET) ♂ : 5-52 ha (EICHSTÄDT)	8-9000 ha (évalué pour un gîte de reproduction avec 270 animaux)	♀ : 8-9-25 km ♂ : quelques centaines de mètres	Forêt cathédrale avec surtout sol dégagé ; fûts largement espacés ; prairies fraîchement fauchées	ARLETTAZ (1995), AUDET (1990), EICHSTÄDT (1995), GÜTTINGER (1997), LIEGL & v. HELVERSEN (1989), RUDOLPH (1989), RUDOLPH & LIEGL (1990)
Sérotine bicolore	Rayon d'action: 14,8 km ² (8 ♀) moyenne 185 ha/ind.	Pas de données	1,5-4,4 km	Eaux calmes, zones bords de l'eau, forêts riveraines, roseaux	JABERG <i>et al.</i> (1998)
Pipistrelle commune	Territoires de chasse env. 19 ha rayon d'action max. 1,3 km ²	Pas de données	env. 2 km	Paysage ouvert proche de lisières et lacs ; zones des houppiers de vieilles hêtraies et chénaies	EICHSTÄDT (1995), EICHSTÄDT & BASSUS (1995), RACEY & SWIFT (1985)
Pipistrelle de Nathusius	Territoires de chasse: 18 ha (EICHSTÄDT) à 7,5 ha (Arnold & Braun), rayon d'action 21 km ² (5 ♀ ; Schorch <i>et al.</i>)	120 km ²	6-7 km (max. 12 km)	Plusieurs territoires de chasse différents ; berges de lacs, bras morts fluviaux, zones humides, forêts (vieux peuplements)	EICHSTÄDT (1995) Arnold & Braun ; Schorch <i>et al.</i> (in MESCHEDE <i>et al.</i> , 2002)

Espèce	Dimension du territoire de chasse individuel, ou rayon d'action.	Aire minimale pour un groupe de reproduction	Distance du territoire de chasse au gîte (de reproduction ou pas)	Observations/habitat de chasse préféré (forêt pas exclusive)	Sources
Noctule commune	Territoire de chasse env. 50 ha (EICHSTÄDT); difficile à évaluer à cause d'une grande mobilité	Pas de données	2-10 km	Grands plans d'eau et espaces libres	ALBRECHT (1992), SCHWARZ (1988), KRONWITTER (1988a), EICHSTÄDT (1995) projet: Meschede & Weid cf. chap. 3.1)
Noctule de Leisler	Difficile à évaluer à cause d'une grande mobilité; rayon d'action individuel probablement > 50-100 ha	Pas de données	Jusqu'à 18 km	Lisières, ruisseaux, espaces ouverts, espace aérien libre en forêt	SCHORCHT (1998), FUHRMANN <i>et al.</i> (in MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002)
Sérotine commune	Rayon d'action jusqu'à 17 km ²	15,4 km ² (DENSE) 24-77 km ² (ROBINSON & STEBBINGS)	2-6,5 km	Laie forestières, allées, groupes d'arbres, prairies, forêts fermées	CATTO <i>et al.</i> (1996), DENSE (1992), EICHSTÄDT (1995), PEREZ & IBAÑEZ (1991), ROBINSON & STEBBINGS (1997)
Sérotine de Nilsson	Rayon d'action souvent < 300 ha, rarement supérieur	Pas de données	qq. centaines de mètres; occasionnellement >15 km (max. 20-30 km)	Lacs eutrophes, forêt feuillue et résineuse, espaces de production agricoles	DE JONG (1994)
Oreillard roux	Territoires de chasse: 21 ha (EICHSTÄDT) 0,3-10,5 ha (FUHRMANN)	Pas de données	1-3,3 km	Forêt avec sous-étage; forêt feuillue (ENTWHISTLE <i>et al.</i> , 1996)	EICHSTÄDT (1995), ENTWHISTLE <i>et al.</i> (1996), FUHRMANN (1991)
Oreillard gris	Territoires de chasse < 5 ha à > 70 ha avec moyenne entre 5 et 20 ha (KIEFER)	Pas de données	Environnement direct du gîte jusque 4 km max.	Forêt feuillue, lisières, vergers, prairies (y compris en forêt), forêt mélangée	FLÜCKINGER & BECK (1995), KIEFER (1996)
Barbastelle	Territoires de chasse: ♂: 176-1960 ha ♀: 700-1250 ha (Steinhauser)	Pas de données	< 1 km (♂) 3-4,5 km (♀)	2-10 différents territoires de chasse; différents types forestiers	SIERRO & ARLETTAZ (1997) Steinhauser (in MESCHEDÉ <i>et al.</i> , 2002)



	Fonction 1	Fonction 2
Taux de recouvrement au sol	-0.46143*	0.11930
Taux de recouvrement de la strate herbacée	0.27295*	-0.25280
Taux de couverture	-0.21149*	0.15192
Traitement forestier	0.11354	-0.09683
Pourcentage de feuillus	-0.32545	-0.45250*
Taux de recouvrement strate intermédiaire	0.13043	0.22892*
Densité	0.06800	0.17035*
Age	0.04382	0.16683*
Taux de recouvrement strate arbustive	0.04050	0.15292*
Taux de recouvrement strate arborée	0.03034	0.12488*

* montre la valeur absolue de corrélation la plus forte entre chaque variable et une des deux fonctions discriminantes.

Fig. 4 : Structure forestière près des gîtes de reproduction du murin de Bechstein, du murin de Natterer et de l'oreillard roux. 8 placettes du murin de Bechstein, 4 placettes du murin de Natterer, 5 placettes de l'oreillard roux (situation et descriptif des placettes voir chap. 2).
 Fonction 1 = taux de recouvrement au sol, taux de recouvrement strate herbacée, taux de couverture, classe d'âge/stratification voire traitement forestier.
 Fonction 2 = taux feuillu, taux de recouvrement strate intermédiaire, densité, âge, taux de recouvrement strate arbustive et strate arborée.

Le résultat (Figure 4) montre que l'environnement autour du gîte de reproduction du **murin de Bechstein**, comparé à ceux de l'oreillard roux et du murin de Natterer, a un taux de couverture supérieur dans la strate au sol, inférieur dans la strate herbacée, supérieur dans la strate des houppiers et une stratification et un étagement d'âge moindre (séparation le long de l'abscisse).

Sur le second axe on peut séparer l'environnement du gîte de l'oreillard roux et du murin de Natterer: chez ce dernier le taux en feuillu est supérieur, la couverture arbustive, intermédiaire et des houppiers est inférieure, et la densité et l'âge des peuplements sont moindres.

Les données analysées ne présentaient pas une distribution normale, comme requis par l'analyse discriminante. Cette analyse est toutefois robuste, mais il faut prendre ces analyses avec précaution et ne pas généraliser leur interprétation.

3.5. FAUNE CHIROPTÉROLOGIQUE DES FORÊTS

Les chauves-souris ne sont étudiées en Allemagne d'une façon approfondie que depuis 15-20 ans. Certains travaux récents traitent des niches écologiques en milieu forestier (voir p. ex. TAAKE, 1992). Malgré de nombreux suivis de gîtes artificiels réalisés par des chiroptérologues bénévoles, nos connaissances restent limitées, notamment à cause des difficultés d'observations de ces animaux nocturnes, volants et inaudibles. Depuis le milieu des années 80, la miniaturisation des émetteurs permet d'appréhender l'activité nocturne des chiroptères. Mais même avec la technologie la plus moderne (télémetrie, transpondeur, surveillance infrarouge, appareils de vision nocturne, détecteur d'ultrasons), l'observation de quelques individus seulement se réalise au prix de lourds moyens humains et financiers. C'est pourquoi, au terme d'un programme sur 3 ans, il est difficile de répondre d'une façon exhaustive aux questions posées concernant les exigences et les relations interspécifiques des communautés de chiroptères dans différents types de forêts. On tentera cependant de donner un aperçu de la répartition des chauves-souris dans les différentes forêts allemandes. Les données issues de la littérature spécialisée et celles obtenues dans le cadre de ce programme nous apportent des indices. Des travaux parallèles ont été menés à l'aide de nichoirs, captures au filet et suivis au détecteur depuis quelques années déjà dans certaines forêts. Les résultats détaillés pour certaines zones d'étude peuvent être retrouvés dans le tome II du rapport (voir Arnold & Braun; Hahn *et al.*; Dense & Rahmel; Fuhrmann *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Dans les Tableaux 30, 31 et 33 figurent les résultats de 24 zones étudiées lors du projet ainsi que des études sélectionnées dans la littérature. La

situation géographique des zones d'étude figure sur la carte de la Fig. 1 (voir Tableau 1).

Il n'est pas aisé d'appliquer une définition au terme « type forestier ». Le mode de description le plus courant est l'établissement du taux de résineux ou de feuillus. Ces représentations sont reprises dans le chapitre 3.5.1. Les résultats concernant la forêt de montagne et la forêt alluviale sont traités dans les chapitres 3.5.2 et 3.5.3. Dans ces paragraphes les résultats du programme sont précédés des données extraites de la littérature. L'évaluation de l'impact des différentes formes de gestion forestière sur les chauves-souris est abordée dans le chapitre 3.5.4.

3.5.1. Chiroptères forestiers (sauf forêts alluviales et montagnardes)

Dans ce chapitre nous nous intéressons aux espèces de chauves-souris forestières et à leur présence dans des forêts qui ne peuvent pas être classées parmi les forêts alluviales ou de montagne. Pour compléter les résultats du programme nous présentons une sélection d'études issues de la littérature spécialisée. Cette sélection ne se veut pas exhaustive. Le Tableau 30 énumère les espèces traitées dans cette revue bibliographique et dans notre programme.

Données bibliographiques

La littérature chiroptérologique donne de nombreuses indications sur la présence de certaines espèces de chauves-souris dans l'écosystème forestier. Elles proviennent souvent de contrôles annuels et d'études écologiques à long terme (p. ex. EICHSTÄDT, 1995; HEISE, 1982a, b, c, 1985a; KÖNIG & KÖNIG, 1995; NAGEL & NAGEL, 1988, 1993; SCHMIDT, 1989, 1990, 1991a, 1994a, b, 1998; TAAKE, 1992; WISSING & KÖNIG, 1995; etc. Voir aussi chapitres 3.1, 3.2, 3.3.2). La Figure 1 permet de situer les lieux des études les plus complètes (A à D).

Uckermark (étude bibliographique A; Fig. 1)

Depuis les années 70, des études scientifiques ont été menées par Heise dans la région de Prenzlau (Uckermark, Brandebourg du nord) (HEISE, 1982a, b, c, 1983b, 1985a, 1991; HEISE & BLOHM, 1998; HEISE & SCHMIDT, 1988) et plus tard aussi EICHSTÄDT (1995). Les massifs forestiers peuvent être décrits comme suit: **Grosse Heide** et **Melzower Forst** sont des massifs forestiers sur des fronts de moraines, de 3000 ha de superficie chacun. La principale essence est le hêtre. Il y a des peuplements mélangés et de résineux purs présents par petites surfaces. Localement on trouve aussi des fonds tourbeux

et des petits lacs. HEISE (1982a) décrit ces forêts riches en eaux comme habitats typiques de l'aigle pomarin et de la grue cendrée. La **Kleine Heide** (225 ha) est une forêt sèche. Le pin y domine, avec quelques plantations de hêtre, du chêne, du sorbier et d'autres feuillus en sous-étage. En peuplement clair apparaissent de grandes étendues de ronces, parfois interrompues par des futaies pures de hêtres. La **forêt de Damerow** est un petit massif de feuillus mélangés.

Durant presque 30 années de recherches sur les chauves-souris 10 espèces ont pu être observées dans cette région. L'installation de nombreux gîtes artificiels a permis de trouver en reproduction: la pipistrelle de Nathusius, la noctule commune, la noctule de Leisler, l'oreillard roux, le murin de Daubenton et le murin de Brandt.

Ost Brandebourg (étude bibliographique B ; Fig. 1)

SCHMIDT (1998) étudie depuis la fin des années 60 l'écologie des chauves-souris dans la région de Beeskow (Brandebourg de l'est, canton Oder-Spree). L'installation de nombreux nichoirs ces 30 dernières années dans des forêts de structures diverses a apporté des informations intéressantes sur les peuplements de chauves-souris (voir Tableau 30). On trouve principalement des **pinèdes pures**, sur de grandes surfaces. Bien que dans la **forêt de Sauen** le pin domine dans les 800 ha de forêts mélangées et structurées, des hêtres ont été plantés en sous-étage dans les années 30 et 40. La troisième forêt est une chênaie et un taillis humide de la réserve naturelle de **Karuschsee**.

La pinède concentre le plus grand nombre d'espèces (12), mais seulement deux (noctule commune et pipistrelle de Nathusius) établissent des colonies de reproduction. Onze espèces fréquentent la réserve naturelle de Karuschsee, avec quatre en reproduction. La pinède à sous-étage de hêtre présente un nombre d'espèces plus faible (8), avec quatre en reproduction.

Westphalie (étude bibliographique C ; Fig. 1)

TAAKE (1992) a étudié le peuplement et l'écologie alimentaire des espèces rencontrées dans deux massifs forestiers, pour en tirer des déductions sur l'exploitation de la ressource «forêt» et collecter des données sur les niches écologiques des espèces vivant en syntopie. Dans la forêt de Minden en Westphalie dominant le pin, le chêne pédonculé et le bouleau. Les strates arbustive et herbacée sont bien développées, la forêt peut être classée en partie comme pinède claire. Six espèces ont été inventoriées par capture au filet au-dessus d'étangs et de fossés de drainage. Elle se situe dans le rayon d'action de gîtes de reproduction connus pour trois espèces (murin de Bechstein, oreillard roux, murin de Brandt). Trois autres espèces, le murin de Daubenton, le murin à

Tableau 30: Résultats des études menées dans onze forêts d'Allemagne en 1996 et 1997, et résultats des études bibliographiques. Méthodes employées: contrôles de nichoirs, captures au filet, contrôles au détecteur et occasionnellement écoutes des cris de rut. Les études ont été réalisées entre mai et octobre 1996 et/ou 1997. Les observations des années antérieures sont aussi notées. Abréviations des Länder voir Tab. 1; juv. = juvénile, ad. = adulte, GR = gîte(s) de reproduction, Ind. = individu(s); effort de prospection: +++ = bon, ++ = moyen, + = mauvais

Espèce	Forêts autour de Prenzlau (BB) (HEISE, 1982, 1985, EICHTSTÄDT, 1995) région A	Forêts près Beeskow (BB) - pinèdes (SCHMIDT, 1989, 1998) région B	Forêts près Beeskow (BB) - Sauener Wald (pinède avec sous-étage hêtre) (SCHMIDT, 1989, 1998) région B	Forêts près Beeskow (BB) - forêt feuillue mélangée (SCHMIDT, 1989, 1998) région B	GR (fréquence > 17%)
Murin de Daubenton	GR dans des cavités d'arbres	rare			
Murin à moustaches	-----	très rare			très rare
Murin de Brandt	GR (forêt de Damerow)	rare	très rare		rare
Murin à oreilles échancreées	-----	-----	-----	-----	-----
Murin de Natterer	animaux isolés	très rare	-----		très rare

Espèce	Forêts autour de Prenzlau (BB) (HEISE, 1982, 1985, EICHSTÄDT, 1995) région A	Forêts près Beeskow (BB) - pinèdes (SCHMIDT, 1989, 1998) région B	Forêts près Beeskow (BB) - Sauener Wald (pinède avec sous-étage hêtre) (SCHMIDT, 1989, 1998) région B	Forêts près Beeskow (BB) - forêt feuillue mélangée (SCHMIDT, 1989, 1998) région B
Murin de Bechstein	-----	-----	-----	-----
Grand murin	animaux isolés	rare	groupe d'accouplement (fréquence 3,5 %)	-----
Noctule commune	GR , deuxième espèce la plus abondante ; gîtes à ♂	GR (fréquence env. 11 %) et groupes d'accouplement ; deuxième espèce la plus abondante	GR (fréquence env. 5,3 %)	GR , espèce la plus abondante (env. 43 %) ; groupes d'accouplement
Noctule de Leisler	occasionnellement GR	groupes d'accouplement (fréquence env. 2 %)	-----	rare
Sérotine commune	animaux isolés	très rare	animaux isolés en train de chasser	rare
Sérotine de Nilsson	-----	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	animaux isolés en nichoirs	très rare en nichoirs ; groupes d'accouplement	très rare	groupe d'accouplement en pinèdes
Pipistrelle de Nathusius	GR (surtout Melzower Forst, Große Heide), espèce la plus abondante	GR , espèce la plus abondante (> 80 %) ; groupe d'accouplement	GR , espèce la plus abondante (75 %) ; groupe d'accouplement	GR , deuxième espèce la plus abondante (env. 30 %) ; groupes d'accouplement
Oreillard roux	GR (p. ex. Kleine Heide, Große Heide)	sans GR (env. 4 %)	GR , deuxième espèce la plus abondante (10,5 %)	GR (env. 9 %)
Oreillard gris	-----	très rare (observation isolée en nichoir)	-----	animal isolé
Barbastelle	-----	-----	-----	-----
Total des espèces (toutes les méthodes de constat)	10	12	8	11
Espèces avec GR	6	2	4	4
Effort de prospection	+++	+++	+++	+++

Espèce	Forêt de Minden (NW) TAAKE (1992) région C	Forêt de Schaumburg (NI) TAAKE (1992) région C	Canton de Donnersberg (RP) KÖNIG & KÖNIG (1995) région D
Murin de Daubenton	observation rare d'animaux isolés par capture au filet	régulièrement chassant en grand nombre au-dessus de l'étang, GR en forêt incertain ; animaux juvéniles	extrêmement rare
Murin à moustaches	capturé surtout en mai au-dessus de fossés	captures occasionnelles ; 1 observation en nichoir ; animaux juvéniles	-----
Murin de Brandt	régulièrement au-dessus de trous d'eau, occasionnellement au-dessus de fossés ; régulièrement en nichoirs ; GR en bâtiment en forêt	régulièrement captures près de l'étang ; régulièrement en nichoirs ; GR probables	-----
Murin à oreilles échancrées	-----	-----	-----
Murin de Natterer	régulièrement au-dessus de trous d'eau ; animaux isolés en nichoirs	régulièrement capturés près de l'étang	plusieurs GR ; deuxième espèce la plus abondante
Murin de Bechstein	régulièrement capturés au-dessus de trous d'eau ; animaux isolés en nichoirs ; GR probable ; animaux juvéniles	animaux isolés en nichoirs	plusieurs GR ; espèce la plus abondante (46% de tous les constats)
Grand murin	-----	animaux isolés	animaux isolés en nichoirs ; gîtes d'accouplement
Noctule commune	-----	animaux isolés	animaux isolés en nichoirs, surtout printemps et automne ; gîtes d'accouplement
Noctule de Leisler	-----	-----	GR ; troisième espèce la plus abondante
Sérotine commune	-----	-----	-----
Sérotine de Nilsson	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	-----	-----	animaux isolés en nichoirs
Pipistrelle de Nathusius	-----	animaux isolés, éventuellement gîte d'accouplement	-----
Oreillard roux	GR en nichoir	animaux isolés en nichoirs	extrêmement rare
Oreillard gris	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	-----
Total des espèces (toutes les méthodes de constat)	6	9	8
Espèces avec GR	2	1	3
Effort de prospection	+++	+++	+++

Espèce	Forêt de Ventschow (MV) 1996 aire d'étude n°1	Hasbruch (NI) 1996, 1997 aire d'étude n°3	Paulinenaue (BB) 1996 et anciennement aire d'étude n°6	Streitwald et forêts près Borna SE. Leipzig (SN); 1996 aire d'étude n°10
Murin de Daubenton	troisième espèce la plus abondante ; souvent en cavités d'arbres, ensemble avec noctule commune; GR	GR en cavité dans un chêne ; souvent et régulièrement en forêt	-----	GR probable.
Murin à moustaches	-----	-----	chassant régulièrement dans les houppiers ; identification incertaine ; observation visuelle et au détecteur	-----
Murin de Brandt	rare animaux isolés ; GR probable	2 GR en fente de tronc de chêne et dans un bâtiment proche de la forêt		GR en nichoir plat ; qq. ♂ isolés
Murin à oreilles échancrées	-----	-----	-----	-----
Murin de Natterer	-----	15 ind. ('96), probablement GR	GR avec env. 70 indiv.	2-3 GR avec total env. 90 ind.
Murin de Bechstein	-----	-----	-----	-----
Grand urin	-----	animaux isolés en juillet	-----	♂ isolés ad. en nichoirs
Noctule commune	espèce la plus abondante, env. 90 % femelles ; gîte typique : cavité d'arbre ; peu d'ind. seulement dans les nichoirs ; GR	éventuellement GR, env. 50 gîtes d'accouplement	petits groupes au printemps et en fin d'été ; chassant régulièrement au-dessus de la forêt en été, mais pas d'observation en nichoirs	petits groupes à partir de septembre en nichoirs ; en hiver '96, 7 individus morts dans nichoir 2FN ; reproduction incertaine
Noctule de Leisler	-----	1 GR (> 30 ind.) ; gîtes d'accouplement	petits groupes en fin d'été en nichoirs	probablement GR
Sérotine commune	animaux isolés au filet (juillet)	4 gîtes en dehors de la forêt ; constat par détecteur ; 2 GR à proximité de la forêt (en bâtiments)	chasse régulièrement au-dessus d'espaces ouverts en forêt ; constat au détecteur ; GR en dehors	-----
Sérotine de Nilsson	-----	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	animaux isolés au filet (avril)	animaux isolés (mâles en rut) en juillet, 2 GR proches de la forêt ; type de cris 45 kHz et 55 kHz	certains animaux chassent régulièrement ; identification incertaine de l'espèce ; présence des deux espèces probable	-----
Pipistrelle de Nathusius	deuxième espèce la plus abondante ; presque exclusivement en nichoirs ; individus isolés en cavités d'arbres ; 86 % femelles ; GR	animaux isolés lors de capture au filet ; chasse rarement mais régulièrement à partir de mai ; cris de rût à partir d'août		animaux isolés à partir d'août
Oreillard roux	rare animaux isolés, presque tous en gîte en fente d'arbre	GR probable ; mâles en rut	petit groupe en cavité de pourriture du tronc ; GR	1 ou 2 GR en nichoir 2FN voire FS1
Oreillard gris	-----	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	-----	1 GR en nichoir 1FF

Espèce	Forêt de Ventschow (MV) 1996 aire d'étude n°1	Hasbruch (NI) 1996, 1997 aire d'étude n°3	Paulinenaue (BB) 1996 et anciennement aire d'étude n°6	Streitwald et forêts près Borna SE. Leipzig (SN) ; 1996 aire d'étude n°10
Total des espèces (toutes les méthodes de constat)	7	10	7-8	9
Espèces avec GR	4	5	2	6
Effort de prospection	+++	+++	+ -+++	++

Espèce	Forêts dans les pentes de la Werra près Walldorf (TH) ; 1996 et avant aire d'étude n°12	Vallée du Steinbach (SL) 1997 aire d'étude n°17	Warndt (SL) 1997 et avant aire d'étude n°18	Forêts feuillues autour de Würzburg (BY) ; 1996 aire d'étude n°19
Murin de Daubenton	-----	animaux isolés	régulièrement animaux isolés	-----
Murin à moustaches	♂ isolés au filet et en nichoirs	-----	-----	animaux isolés dans une parcelle forestière ; identification incertaine
Murin de Brandt	♂ isolés au filet et en nichoirs	-----	-----	
Murin à oreilles échancrées	-----	-----	-----	-----
Murin de Natterer	♂ isolés ad. en nichoirs	-----	animaux isolés	1 GR
Murin de Bechstein	♂ isolés en nichoirs ; GR avec 50 ind. dans chêne	-----	-----	6 GR dans 6 parcelles forestières différentes
Grand murin	seulement animaux isolés en train de chasser et en nichoirs	-----	animaux isolés en nichoir	animaux isolés dans 4 parcelles forestières
Noctule commune	peu d'animaux ; régulièrement à partir de la mi-août	-----	observations régulières	observations dans 4 parcelles forestières ; probablement aussi gîtes d'accouplement
Noctule de Leisler	groupe de GR en nichoirs et cavités d'arbres	plusieurs groupes à partir d'août en nichoirs ; chassent régulièrement, p. ex. au-dessus étang, lisière	régulièrement entre mai et octobre ; à partir d'août plusieurs groupes en nichoirs	animaux isolés dans 1 parcelle forestière
Sérotine commune	régulière mais rare, au filet et détecteur ; jamais en nichoir ; sans gîte connu dans le secteur	animaux isolés	régulièrement animaux isolés	-----

Espèce	Forêts dans les pentes de la Werra près Walldorf (TH) ; 1996 et avant aire d'étude n°12	Vallée du Steinbach (SL) 1997 aire d'étude n°17	Warndt (SL) 1997 et avant aire d'étude n°18	Forêts feuillues autour de Würzburg (BY) ; 1996 aire d'étude n°19
Sérotine de Nilsson	-----	animaux isolés seulement en juillet	observations seulement en juin, juillet	-----
Pipistrelle commune	-----	régulièrement animaux isolés	régulièrement animaux isolés	-----
Pipistrelle de Nathusius	-----	-----	animaux isolés	animaux isolés, probablement gîtes d'accouplement dans 3 parcelles forestières
Oreillard roux	GR en nichoirs	-----	-----	3 GR dans 3 parcelles forestières
Oreillard gris	-----	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	-----	-----
Total des espèces (toutes les méthodes de constat)	9	5	9	8
Espèces avec GR	3	0	0	3
Effort de prospection	+++	+	+	++

Espèce	Kaiserswald près Lahr (BW) 1996, 1997 aire d'étude n°23	Forêts à mousse près Fribourg en Brisgau (BW) 1997 aire d'étude n°24	Zone des contreforts de la Forêt-Noire du sud (BW) 1996, 1997 aire d'étude n° 26
Murin de Daubenton	nombreux au-dessus du canal (jusque 100 animaux à fin juin) ; GR très probable	individus nombreux, GR très probables	animaux isolés au-dessus de ruisseaux
Murin à moustaches	observations le long d'un chemin forestier	-----	animaux isolés, identification incertaine ; la seule espèce présente jusqu'à une altitude d'env. 1000 m
Murin de Brandt	-----	-----	-----
Murin à oreilles échancrées	-----	-----	une découverte en été lors de captures en grottes
Murin de Natterer	-----	-----	-----
Murin de Bechstein	-----	♀ allaitante, probablement GR	animaux isolés en nichoirs, altitude env. 800 m
Grand murin	-----	-----	animaux isolés

Espèce	Kaiserswald près Lahr (BW) 1996, 1997 aire d'étude n°23	Forêts à mousse près Fribourg en Brisgau (BW) 1997 aire d'étude n°24	Zone des contreforts de la Forêt-Noire du sud (BW) 1996, 1997 aire d'étude n°26
Noctule commune	nombreuses en niochors lors de la migration ; aussi hibernation ; cris de rut ; re-découvertes de qq. animaux bagués	animaux isolés	-----
Noctule de Leisler	observations de vol le long d'une lisière ; gîte d'accouplement	animaux isolés	gîtes d'accouplement en forêt hêtre-sapin mélangée, env. 700 m
Sérotine commune	-----	-----	-----
Sérotine de Nilsson	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	chasse au-dessus d'une laie forestière dans le peuplement ; essaimage devant nichoir ; cris de rut	animaux isolés	animaux isolés en forêt et lisière
Pipistrelle de Nathusius	chasse près d'une gravière en lisière de forêt ; nombreuses lors de la migration en nichoir et filet ; re-découvertes de bagues (♂ isolés uniquement)	-----	-----
Oreillard roux	> 6 ind. essaiment devant nichoirs ; éventuellement GR	-----	-----
Oreillard gris	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	-----
Total des espèces (toutes les méthodes de constat)	7	5	7
Espèces avec GR	2	2	0
Effort de prospection	+	+	+

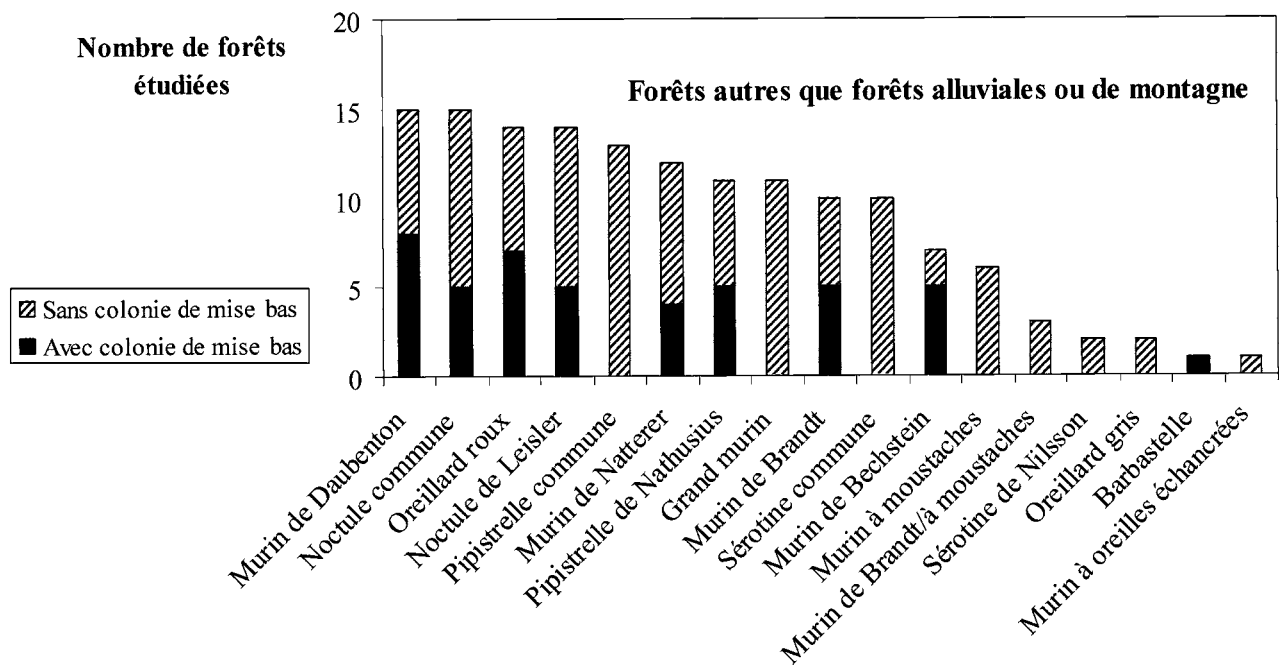


Fig. 5 : Observation de toutes les espèces de chauves-souris dans 11 aires d'étude (ni forêts alluviales ni forêts de montagne) entre 1996 et 1998, ainsi que dans 7 forêts d'après des études bibliographiques; voir aussi Tableau 30 (partiellement aussi observations antérieures).

moustaches et le murin de Natterer, sont rencontrées isolées ou en plus grand nombre selon la saison. La forêt de Schaumburg, dans la Basse-Saxe voisine, est caractérisée par de vieux peuplements feuillus avec chêne pédonculé, hêtre et charme. Les filets de captures ont été placés près d'un étang en phase de comblement entouré de taillis d'aulnes, d'une chênaie à charme et d'un gaulis de hêtre (partiellement à un seul étage). Par places, la strate herbacée recouvre complètement le sol. Les inventaires ont été occasionnellement complétés par des contrôles de nichoirs. Mais cette méthode n'ayant pas été beaucoup employée, il n'y a guère eu de possibilité de trouver des colonies de reproduction. Un gîte de reproduction de murin de Brandt est pourtant suspecté. La forêt de Schaumburg, avec ses 9 espèces, est nettement plus riche que la forêt de Minden. On y relève des observations isolées de noctule commune et un gîte probable d'accouplement de pipistrelles de Nathusius.

Rhénanie-Palatinat (étude bibliographique D; Fig. 1)

Les massifs forestiers étudiés se situent dans le Haut-Palatinat (canton de Donnersberg, Rhénanie Palatinat). Ils comprennent plus de 10000 ha de forêt avec un taux de feuillus de 80%. Les principales essences sont le hêtre et le chêne sessile. 855 nichoirs ont été installés sur 15 sites depuis 1990. Ils ont été contrôlés entre trois fois par mois et une fois par an (KÖNIG & KÖNIG, 1995). Entre 1992 et 1994, 8 espèces ont été recensées (murin de Bechstein, murin de Natterer, noctule de Leisler, noctule commune, grand murin, sérotine commune,

oreillard roux, murin de Daubenton). Avec presque 50% des contacts, le murin de Bechstein est l'espèce la plus fréquente. Sur 10 des 15 sites munis de nichoirs, il forme des colonies de reproduction. La seconde espèce la plus abondante est le murin de Natterer (¼ de l'ensemble des contacts dans quatre sites), suivi de la noctule de Leisler (22% de l'ensemble des contacts dans sept sites). Nous remarquons l'extrême rareté du murin de Daubenton et de l'oreillard roux, dont seuls quatre individus ont pu être observés. L'absence de grands plans d'eau calmes doit être préjudiciable au murin de Daubenton; pour l'oreillard roux, ceci peut-être lié à la concurrence avec d'autres espèces logeant en cavité d'arbres (y compris d'autres chauves-souris). Le murin de Bechstein préfère nettement les nichoirs à oiseaux et la noctule de Leisler occupe très souvent des nichoirs à chauves-souris.

Résultats obtenus dans le cadre du programme

Ci-dessous nous présentons la faune des chiroptères présente dans les onze forêts étudiées, qui ne sont ni des forêts alluviales, ni des forêts de montagne (ordre de présentation du nord vers le sud, situation géographique voir Figure 1, observations d'espèces voir Tableau 30, Figure 5).

Forêt de Ventschow et forêts de la région de Schwerin (Mecklembourg-Poméranie occidentale, opérateur S. Labes et al.) – aire d'étude n°1

L'aire d'étude comprend 11 massifs forestiers, qui

se caractérisent par des peuplements pin-épicéa, des hêtraies et des taillis humides d'aulnes et bouleaux. Les données faunistiques ont été obtenues par des contrôles de nichoirs, des captures au filet et des captures devant les gîtes arboricoles en forêt de Ventschow au nord-est de Schwerin. Sept espèces y sont présentes (voir Tableau 30). 432 noctules communes et 393 pipistrelles de Nathusius ont été baguées dans ces 11 forêts entre 1996 et 1997. A côté de ces deux espèces abondantes, qui formaient plusieurs colonies de reproduction, il y avait aussi de nombreux murins de Daubenton. Des individus isolés de murin de Brandt, de sérotine commune, d'oreillard roux et de pipistrelle commune ont été observés. Pour le murin de Brandt, la capture d'une femelle allaitante laisse supposer qu'un gîte de reproduction existe. Dans la forêt de Ventschow, il y a une nette préférence pour certains types de gîte : la noctule commune est surtout capturée devant des cavités d'arbres et la pipistrelle de Nathusius occupe (outre un chalet forestier) presque exclusivement des nichoirs du type Stratmann FS1.

Hasbruch à l'ouest de Delmenhorst (Basse-Saxe ; comparer Dense & Rahmel in MESCHÉDE et al., 2002) – aire d'étude n°3

Le cœur de la forêt humide de chênaie à charme (vieille forêt à pâtures) est une forêt vierge avec des chênes pédonculés plusieurs fois centenaires et des charmes très branchus. L'ensemble de cette forêt a été classé site naturel protégé et n'est plus exploité d'une façon régulière. Dix espèces ont été observées sur l'aire d'étude à l'aide de captures au filet, de contrôles au détecteur et la recherche méthodique (écoute des appels de mâles) de gîtes entre mai et octobre en 1996 et 1997. Plusieurs endroits en forêt ont été prospectés. Un dépôt de bois s'est avéré particulièrement attractif pour les chauves-souris, tout particulièrement mi-mai, début juin et début août. Le Hasbruch gagne de l'intérêt pour la noctule commune en fin d'été. 38 territoires d'accouplement ont été détectés grâce aux cris des mâles. Des cris sociaux de pipistrelle sp. ont été détectés sur 14 sites. Le grand murin a été capturé une seule fois dans le Hasbruch. Pour cette espèce chassant au sol, la structure riche à plusieurs strates dans de grandes parties du Hasbruch ne représente pas le biotope de chasse idéal.

Ce massif forestier a aussi abrité le suivi télémétrique du murin de Brandt en 1998 (voir chap. 3.1 « Le murin de Brandt » et Dense & Rahmel in MESCHÉDE et al., 2002).

Paulinenaue à l'ouest de Berlin (Brandebourg, opérateur Heinze, C. Kallasch, M. Lehnert) – aire d'étude n°6

Un îlot forestier d'environ 300 ha au milieu d'un paysage agricole pauvre en structures (champs étendus de seigle

et de maïs, un canal, quelques prairies, des alignements d'arbustes et un vieux parc de ferme) à environ 70 km à l'ouest de Berlin a servi aussi de site de suivi télémétrique sur le murin de Natterer (HEINZE, 1998). La forêt se compose d'une chênaie sessile mélangée avec des perchis de pins, des fourrés d'épicéa et des futaies pures de bouleaux et chênes pédonculés. En accompagnement des études télémétriques, trois séances de captures au filet ont été réalisées. Sept espèces ont été contactées de façon certaine grâce à des contrôles complémentaires de nichoirs, des écoutes au détecteur et des observations directes. Des gîtes de reproduction de murin de Natterer et d'oreillard roux ont été trouvés dans des nichoirs ou dans des arbres. Les deux espèces de noctules occupent au moins momentanément des boîtes de type Stratmann FS1. Les murins de Brandt et/ou à moustaches, les pipistrelles commune et/ou de Nathusius ainsi que la sérotine commune exploitent des parties de la forêt au moins pour la chasse. On a pu découvrir plusieurs gîtes dans des arbres à l'aide de la télémétrie (voir chap. 3.1 « Le murin de Natterer »).

Streitwald près de Borna au sud de Leipzig (Saxe, opérateur F. Meisel, A. Woiton (AGW. Schober) – aire d'étude n°10

Neuf espèces de chauves-souris, dont quatre en reproduction certaine, ont pu être confirmées par des captures au filet en 1996 et par des contrôles de nichoirs dans trois réserves naturelles de forêt feuillue, situées à proximité immédiate des mines d'exploitation de lignite, dans la plaine de Leipzig pauvre en forêt (environ 20 km au sud-est de Leipzig). On a aussi observé des juvéniles d'espèces migratrices : noctule de Leisler, noctule commune et pipistrelle de Nathusius, mais elles proviennent de la saison potentielle des migrations à partir du mois d'août et ne peuvent pas compter comme preuve certaine de reproduction. On rapporte aussi la découverte d'une noctule commune retrouvée morte dans son gîte d'hibernation dans un nichoir de type 2FN. Depuis quelques années seulement on connaît l'existence d'un groupe de mise bas de barbastelles. Pour cette espèce on a pu confirmer par baguage des « déménagements » sur de petites distances (toujours dans des nichoirs) entre des massifs forestiers séparés. Dans toute la région 50 noctules communes ont été baguées entre 1996-1997.

Forêts sur les pentes de la vallée de la Werra (Thuringe, opérateur W. Schorcht et al.) – aire d'étude n°12

Cette aire d'étude a aussi servi pour des travaux de télémétrie sur des noctules de Leisler (voir chap. 3.1 « La noctule de Leisler », et Schorcht in MESCHÉDE et al., 2002). Il s'agit d'un massif forestier à dominance résineuse étendu sur plus de 10000 ha d'un seul tenant jus-

qu'à 500 m d'altitude sur les pentes de la Werra entre la Thüringer Wald et la Rhön. Il est parsemé de petites parcelles de moins d'un ha de hêtre et de chêne. Une observation intéressante concerne un gîte de reproduction de murin de Bechstein dans un chêne d'une de ces parcelles feuillues. La faune de chauve-souris de ce grand massif est étudiée depuis 1989 (voir SCHORCHT, 1994). On a pu observer six espèces lors de captures au filet ou de contrôles de nichoirs, et neuf sur l'ensemble de la période depuis 1989, dont trois avec des gîtes de reproduction en nichoirs ou en cavités d'arbres (noctule de Leisler, murin de Bechstein et oreillard roux). La noctule commune, la sérotine commune, les murins de Brandt et de Natterer, le grand murin n'ont été contactés qu'individuellement. Le murin de Daubenton n'a pas été trouvé durant toute cette période dans l'aire d'étude, malgré des observations dans des zones proches, en chasse au-dessus de la Werra. La noctule de Leisler est représentée par une colonie de reproduction d'environ 40 individus dans des nichoirs (voir SCHORCHT, 1998 et MESCHEDÉ *et al.*, 2002). On doit supposer que cette forêt est devenue un lieu de gîte attractif pour cette espèce grâce à l'installation de nichoirs plats en bois de type «Worliczek» (voir chap. 3.1 «La noctule de Leisler» et 3.3.2).

Vallée de Steinbach (Saar, voir Harbusch in MESCHEDÉ et al., 2002) – aire d'étude n°17

En forêt communale, au nord de Saarbruck, se situe sur 8 km² la zone forestière «Steinbachtal», qui a été classée réserve naturelle. Une surface de 375 ha du massif doit rester sans intervention et sans exploitation forestière. La forêt est dominée par le hêtre et le chêne et organisée en une mosaïque de petites parcelles de feuillus et résineux, si bien que, contrairement à la «Warndt» décrite dans le paragraphe suivant, il n'y a pas eu beaucoup de peuplements résineux victimes des tempêtes de 1990. La part de bois adultes (30%) est relativement élevée dans la vallée de Steinbach. Les seuls points d'eau sont quelques rares étangs artificiels. A ce jour cinq espèces seulement ont été recensées. On remarque en particulier l'existence d'un groupe de plus de 30 noctules de Leisler et la présence de la sérotine de Nilsson notée en juillet. On ne dispose que d'observations isolées de murins de Daubenton, de pipistrelles communes et de sérotines communes.

Warndt (Saar; voir C. Harbusch in MESCHEDÉ et al., 2002) – aire d'étude n°18

Le long de la frontière française, au sud-ouest de la Saar, se situe une grande forêt feuillue mélangée dominée par le chêne et le hêtre. Les grands chablis ont favorisé la réapparition des feuillus, dont le taux s'est fortement accru par rapport aux résineux lors de ces 10 dernières années. Les nombreuses parcelles d'accrus et de reboisement créent un effet de lisière élevé. On estime la part

de bois adultes à environ 18%. Les précipitations sont évacuées par quelques rares ruisseaux, fossés et étangs. Jusqu'en 1997, on y a contacté 9 espèces de chauves-souris par contrôles de nichoirs et par écoute au détecteur. On note régulièrement la noctule de Leisler, qui a probablement des gîtes de reproduction, et la sérotine de Nilsson en juin et juillet. Cette espèce est typique des stations d'altitude. C'est pourquoi dans d'autres régions les observations sont rares (voir chap. 3.2). On ne dispose que d'observations isolées des autres espèces (pipistrelle commune, pipistrelle de Nathusius, sérotine commune, murin de Natterer, murin de Daubenton, noctule commune et grand murin).

Guttenberger Forst avec «Blutsee» et les forêts feuillues en région de Würzburg (Bavière; opérateur G. Kerth et al.) – aire d'étude n°19

170 nichoirs dans quatre forêts (hêtre-chêne-charme) du canton de Würzburg ont été contrôlés pendant la période estivale de 1996 à un rythme au moins hebdomadaire. Trois autres massifs du canton de Würzburg et une forêt (Klosterforst) dans le canton de Kitzingen ont été inventoriés. Dans l'ensemble les captures au filet ont été peu fructueuses; 8 espèces ont été découvertes en forêt, en comptant les observations des années antérieures. Les gîtes de reproduction trouvés concernent l'oreillard roux, les murins de Natterer et de Bechstein. On note aussi des individus isolés de noctule de Leisler et de grand murin. La noctule commune et la pipistrelle de Nathusius sont plus abondantes en période d'accouplements. Le murin de Bechstein est l'espèce la mieux étudiée suite aux recherches intensives dans les forêts autour du Blutsee. Kerth *et al.* ont recensé 6 colonies de reproduction dans sept parcelles forestières. Les forêts autour de Würzburg ont à ce titre une des densités les plus élevées, même par rapport au Steigerwald proche (WOLZ, 1986; SCHLAPP, 1990; voir aussi chap. 3.1 «Le murin de Bechstein»). La forêt de Blutsee était aussi l'aire d'étude par radio-pistage pour le murin de Bechstein entre 1996 et 1997 (voir WAGNER, 1998; Kerth *et al.* in MESCHEDÉ *et al.*, 2002).

Kaiserwald près Lahr (Bade-Wurtemberg, opérateur F. Kretzschmar, S. et A. Jundt) – aire d'étude n°23

Cette grande forêt de production riche en vieux bois de hêtre, frêne et érable sycomore de la plaine humide du Rhin près de Lahr est aussi localement dominée par l'érable plane. La strate arbustive est caractérisée par le noisetier, parfois dense. Sept contrôles de nichoirs (jusqu'à 140 pièces), une séance de capture au filet et un atelier de détection ont eu lieu entre 1996 et 1997, donnant 6 espèces certaines et une probable (voir Tableau 30). Il existe plusieurs gîtes de reproduction très probables de murin de Daubenton et éventuellement aussi de l'oreillard roux. Cette forêt représente une zone importante pour

l'accouplement et l'hibernation de la noctule commune. Jusqu'en 1998 près de 300 individus de cette espèce ont été bagués, avec un nombre important de reprises, (voir Tableau 13, chap. 3.1 «La noctule commune»). Cette fidélité illustre l'importance d'une pérennité des milieux pour des espèces migratrices. Des noctules de Leisler et des pipistrelles de Nathusius exploitent elles aussi en grand nombre cette forêt pendant la migration et la saison des accouplements.

Forêts à mousse dans la zone urbaine de Fribourg en Brisgau (opérateur F. Kretzschmar et al.) – aire d'étude n°24

Dans les trois forêts étudiées de la zone urbaine de Fribourg en Brisgau dominent les peuplements de chêne et de charme avec une part importante de vieux bois; localement on trouve des boisements de saule blanc, des arbustes et des plantations. Les forêts sont parcourues de nombreux fossés de drainage et sont ainsi régulièrement humides, ce qui entraîne une grosse production de moustiques en été. En 1997 des captures au filet et des contrôles au détecteur ont permis de trouver 5 espèces. On suppose la présence de gîtes de reproduction pour les murins de Bechstein et de Daubenton. Les noctules communes et de Leisler, et la pipistrelle commune ne révèlent que des contacts isolés, en règle générale au détecteur. Les observations sont peu nombreuses, sans doute à cause de l'absence de milieux concentrant l'activité (étangs, points d'eau ou chemins). Les chauves-souris peuvent être réparties très régulièrement dans la forêt, et ainsi difficiles à contacter.

Zone du Vorberg au sud de la Forêt-Noire (Bade-Wurtemberg, opérateur F. Kretzschmar, R. Brinkmann) – aire d'étude n°26

Trois forêts ont été visitées dans la région de Badenweiler/Müllheim, qui sont situées entre 300 m et 1000 m d'altitude, et diffèrent par conséquent beaucoup: leurs peuplements vont de la forêt de hêtre-chêne jusqu'à la forêt hêtre-sapin. La forêt la plus en altitude sera traitée dans le chapitre 3.5.3 (forêts de montagne). Dans les deux autres peuplements, environ 110 nichoirs ont été contrôlés en 1996 et des captures au filet ont été réalisées. Jusqu'alors, seules des données d'hivernage (mines) étaient disponibles, concernant par exemple des murins de Bechstein et des murins à oreilles échancrées. Les contrôles estivaux de 1996 ont permis de contacter deux espèces dans des nichoirs (noctule de Leisler et murin de Bechstein) et cinq supplémentaires par capture au filet et contrôle au détecteur (murin de Daubenton, murin de Brandt, murin à oreilles échancrées, pipistrelle commune et grand murin). L'aire d'étude située à 800 m dans la forêt mélangée hêtre/sapin exposée sud s'est avérée plus riche en chauves-souris. Malgré le peu de contrôles, 6 espèces ont pu être déterminées.

Sur la totalité des contacts, c'est la pipistrelle commune qui est le plus souvent rencontrée, bien que l'on ne connaisse aucun gîte de reproduction. On rencontre souvent aussi la noctule commune et la sérotine commune, suivies de la noctule de Leisler. En ce qui concerne les gîtes de reproduction, c'est le murin de Daubenton qui est le mieux représenté, suivi de l'oreillard roux. A égalité suivent les murins de Bechstein et de Brandt, les noctules commune et de Leisler, et la pipistrelle de Nathusius. Il est difficile de tirer des conclusions générales à partir de ces données. La présence de gîte de reproduction de noctules communes et de pipistrelles communes est liée à des particularités locales. Mais les données de reproduction en forêt, considérée comme rare pour le murin de Brandt et la noctule de Leisler, s'avèrent intéressantes.

L'importance des forêts feuillues et résineuses comme habitat pour les chauves-souris

L'objet du sous-projet sur la faune des chiroptères en forêt était l'élargissement des connaissances sur la composition des populations de chauves-souris dans les forêts allemandes. La diversité des méthodes d'étude induit des résultats hétérogènes.

Forêt feuillue

On définit comme forêt feuillue une forêt qui est composée d'au moins 90 % de feuillus. On y trouve autant les peuplements «cathédrales» de hêtre pour la production de longs fûts pour le bois d'œuvre, que des peuplements chêne-charme avec des résineux en mélange. La strate des houppiers des peuplements «cathédrales» ne laisse passer que très peu de lumière. Leurs strates herbacée et arbustive sont souvent absentes ou clairsemées, et le sol est couvert en grande partie de litière. Ce type de peuplement correspond précisément au milieu de chasse au sol du grand murin, qui glane des carabidés au sol et pratique un vol de recherche à faible hauteur (env. 1 m) dans l'espace aérien libre. D'autres espèces à vol lent et manœuvrable qui cueillent aussi leurs proies sur le substrat (p. ex. oreillard roux, murin de Natterer, murin de Bechstein) chassent dans des forêts cathédrales de hêtre au niveau des troncs et des houppiers. Les espaces libres peuvent être aussi importants pour les espèces à vol rapide, telles que les noctules commune et de Leisler. Aucune forêt ne correspondait à la définition de la forêt cathédrale dans l'aire du programme d'étude.

Un peuplement mixte hêtre-chêne ou chêne-charme profite plus de la lumière qu'une hêtraie pure et forme des strates herbacée, arbustive et intermédiaire, qui associent souvent d'autres essences feuillues. Bien que la répartition des essences dépende des interventions forestières, la forêt se présentera toujours comme un peuplement irrégulier, structuré, localement plus clair et riche en

sous-étage, localement plus sombre avec un sol dégagé, si l'on applique des méthodes jardinées ou des coupes d'abri. Si les vieux arbres ne sont pas récoltés avant qu'ils soient pourvus de cavités, une telle forêt offre un nombre important de niches écologiques, de gîtes et territoires de chasse pour de nombreuses espèces de chauves-souris. Dans de telles forêts riches en structures horizontales et verticales domine surtout le murin de Bechstein. Mais le murin de Natterer et l'oreillard roux occupent aussi régulièrement ce type de peuplement. S'il y a présence d'eau ou de parties humides, la pipistrelle de Nathusius, le murin de Brandt, le murin de Daubenton et les noctules commune et de Leisler peuvent s'y trouver également. D'autres espèces, qui gîtent en périphérie de la forêt, incluent les structures multiples des forêts feuillues mixtes dans leurs terrains de chasse (p. ex. la sérotine commune en lisière et la pipistrelle commune sous les houppiers). On peut donc arriver à une palette de 10 espèces et compter sur une moyenne de 7 espèces. Certaines des aires d'étude correspondent à la définition de la forêt mixte feuillue. Le Hasbruch près de Brème (aire d'étude n°3) et les forêts près de Borna (aire d'étude n°10), toutes les deux réserves naturelles, ainsi que la Warndt dans la Saar (aire d'étude n°18) présentaient 9, voire 10 espèces, dont 5, voire 6 avec des gîtes de reproduction.

Forêt mélangée

Les forêts mélangées sont composées de diverses parties feuillues et résineuses, mais aucune n'atteint 90 %. Une forêt mélangée peut donc être composée de parcelles régulières pures de feuillus et résineux juxtaposées. Plus la partie résineuse d'une forêt est élevée, moins il y a de possibilités pour des pics de construire leurs loges. Car ils préfèrent forer le bois des feuillus pour installer leurs nids (voir chap. 3.3.1); il y aura ainsi moins de gîtes naturels qu'en forêt mélangée à dominance feuillue. On peut classer certaines forêts étudiées dans le type des forêts mélangées, par exemple la forêt de Ventschow près de Schwerin (aire d'étude n°1), la Paulinenaue dans le Brandebourg (aire d'étude n°6), le Steinbachtal dans la Saar (aire d'étude n°17), la zone des contreforts du sud de la Forêt-Noire (aire d'étude n°26), et d'autres encore. On a pu y contacter entre cinq et sept espèces de chauves-souris, dont jusqu'à quatre en reproduction. Mais il est possible que des contrôles longs et intensifs permettent de découvrir d'autres espèces dans l'une ou l'autre de ces forêts.

Forêt résineuse

Pessières pures: Des forêts régulières dans de grandes régions d'Allemagne ont pour essence principale l'épicéa (p. ex. Allgäu, forêt de Thuringe, etc.). Ce type forestier en plaine ne sert qu'à la production de

bois. Des pessières pures naturelles existent surtout en altitude ou dans des circonstances climatiques extrêmes (voir chap. 3.5.3). Les arbres sont plantés à forte densité et la strate des houppiers ne laisse pas pousser de sous-étage à partir d'un certain âge. Le sol est couvert d'une litière d'aiguilles et de mousses. L'homogénéité d'âge fait que ce peuplement ne devient intéressant pour des cavernicoles tels que les chauves-souris qu'à partir d'un certain âge ou d'un certain diamètre de tronc. La surface est donc perdue comme site à gîte pendant des décennies. La phase de formation de cavités naturelles et la phase de récolte des peuplements est relativement proche, l'offre en cavités, la diversité d'espèces de chauves-souris et la densité d'individus sont faibles. Une forêt dominée par des épicéas ne peut offrir la quantité nécessaire de cavités d'arbres. C'est pourquoi la densité en chauves-souris est plus faible dans une telle forêt que dans une forêt mélangée ou feuillue, à moins qu'on la laisse évoluer naturellement et produire de la richesse structurelle. Mais certaines espèces peuvent atteindre localement de fortes densités de populations, en absence de concurrence (p. ex. l'oreillard roux, le murin de Natterer). La pessièrre pure peut être un territoire de chasse saisonnier attractif. Les forêts sur les pentes de la vallée de la Werra près de Walldorf correspondent le plus à ce type parmi les aires d'étude du programme. Il est tout de même important de noter la présence de petites parcelles clairsemées de feuillus. Il faut donc considérer les neuf espèces de chauves-souris trouvées dans cette forêt d'une façon différenciée: d'une part la première année d'étude (1996) n'a permis de contacter que 6 espèces, le total de 9 espèces ayant nécessité 8 ans d'inventaires; d'autre part les gîtes de reproduction ne concernent que 3 espèces, les 6 autres n'ayant qu'une très faible densité. La présence de la noctule de Leisler n'est due dans cette région qu'à la mise à disposition de nichoirs. Dans ce contexte le rapport de l'office de forêt domaniale d'Arnsberg est intéressant: dans 10 districts de gestion forestière avec une majorité de peuplements purs d'épicéa, on n'a enregistré aucune chauve-souris.

Pinèdes pures: dans certaines régions d'Allemagne, il y a des pinèdes sur de grandes surfaces (p. ex. Mecklembourg-Poméranie occidentale, Brandebourg, région de Nuremberg, Bavière de l'est), bien que naturellement les pins ne poussent en peuplements purs qu'en de rares stations. La structure clairsemée des houppiers permet en règle générale le développement d'une strate herbacée et d'arbustes nains dense, le sol dégagé étant l'exception. Une telle forêt ne se prête guère à la chasse du grand murin. A cause de leur structure ouverte et claire, les pinèdes peuvent offrir des territoires de chasse à bien des espèces, surtout quand il y a un sous-étage feuillu. Des études dans des vastes pinèdes au sud du Brandebourg ont apporté des résultats intéressants (STEINHAUSER, 1997 et MESCHEDÉ *et al.*, 2002). On a pu contacter 15 des

17 espèces potentielles du Brandebourg dans un massif forestier d'environ 12 000 ha dans le Fläming. Des espèces rares, telles que la barbastelle, mais aussi le murin de Bechstein et la sérotine de Nilsson s'y reproduisent. Il convient par contre d'examiner de plus près les conditions de cette région: bien que la forêt soit dominée par des pins, il y a des sous-étages feuillus, des parcelles feuillues isolées ou des mélanges qui apportent de la structure verticale. Le massif de 12 000 ha est interrompu par de vastes landes. Lors des 40 dernières années, cette forêt a servi essentiellement de camp militaire et elle n'a subi d'exploitation forestière qu'en périphérie. On y note la présence de gîtes dans les arbres, absents dans d'autres forêts à cause des coupes d'éclaircie: de l'écorce décollée, des fentes dues à la foudre, à des engins ou des chablis dans le voisinage. Les arbres secs restent en grande partie debout. Tout le massif dispose donc probablement d'une forte offre en gîtes. Nous avons des indices dans ce sens suite aux études de télémétrie sur la barbastelle dans cette forêt: 30 gîtes différents derrière de l'écorce décollée ont été découverts (Steinhauser *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002). D'autres raisons expliquent la forte abondance de chauves-souris, dont le mitage avec des zones ouvertes (landes) et l'étendue et la nature relativement homogène de la région. Un projet pour les années à venir devrait éclairer les problèmes du partage et de l'exploitation des ressources par les chauves-souris (Steinhauser comm. pers., voir chap. 3.1 «La barbastelle»).

Dans le massif de pin à l'est du Brandebourg on a pu contacter de nombreuses espèces de chauves-souris (12 sur une durée de 20 années), mais seulement deux espèces formaient des gîtes de reproduction, ici aussi dans des nichoirs (SCHMIDT 1989, 1998).

Conclusions

Tout comme cela a été montré pour l'avifaune (WHITTAKER, 1969), il ne semble pas y avoir de lien évident ou détectable entre les communautés de chiroptères et les types forestiers vus à travers leur composition. La densité en espèces et en individus de chauves-souris rencontrée est plutôt liée à la structure de la végétation. Celle-ci est elle-même déterminée par les assemblages d'espèces végétales et leur structure en âge et donc à la manière dont la forêt est entretenue et gérée. Le type de communauté d'espèces de chauves-souris est donc en grande partie déterminé par l'utilisation qui est faite de la forêt, si on ne tient pas compte de la présence ou de l'absence de certaines espèces en fonction du climat ou de la répartition géographique.

Pour que des chauves-souris soient présentes, il faut dans tous les cas que l'offre en gîtes et en nourriture soit suffisante. Des zones riches en nourriture apparaissent naturellement dans les clairières, car ce sont

des zones à forte production en insectes, tout comme peuvent l'être des milieux ouverts. Ces milieux sont des terrains de chasse propices pour beaucoup d'espèces de chiroptères. Des peuplements forestiers hétérogènes en classes d'âges, tout comme les transitions entre les fragments forestiers et le paysage environnant sont des critères importants pour estimer qu'une forêt est potentiellement intéressante pour les chiroptères.

3.5.2. Chauves-souris en forêt alluviale

Les forêts alluviales sont des forêts qui subissent en permanence une dynamique forte. Elles sont naturellement richement structurées, car configurées par des conditions environnementales qui changent toujours brusquement telles qu'inondations, dépôts de boue, graviers, arrachement d'arbres entiers et déviations de l'ensemble du cours d'eau. Leur composition, présentation et développement dépendent directement du régime des eaux. La dynamique influence la composition des essences de la forêt alluviale à bois durs ou tendres. Beaucoup de ces forêts alluviales ont perdu leur caractère naturel suite aux rectifications du cours et par conséquent la baisse du niveau de la nappe phréatique. Désormais on peut classer la plupart des forêts alluviales d'Allemagne parmi les forêts feuillues et mélangées du type mésophile. Les forêts traitées ci-dessous doivent être comprises dans ce sens, mais elles sont traitées à part à cause de leur fonction particulière sur le plan de l'écologie du paysage.

Au niveau fédéral la surface restante des forêts alluviales est d'environ 200 000 ha, avec environ 40 000 ha pour la seule Bavière (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1993).

En principe, les forêts alluviales conviennent pour toutes les espèces de pics de plaine sauf le pic noir. Les variations permanentes du niveau d'eau et les inondations durables provoquent couramment la mort d'arbres. Ainsi se crée un potentiel naturel élevé de gîtes à chauves-souris, qui est supérieur à celui d'autres forêts feuillues, grâce au surplus d'humidité qui accentue le phénomène de pourrissement.

Résultats des études sur les peuplements de chauves-souris en forêt alluviale

Les études orientées directement sur la faune des chauves-souris des forêts alluviales d'Europe centrale sont rares. Nous ne disposons pas non plus de données systématiques sur les grandes régions à forêts alluviales limitrophes, telles que par exemple les plaines du Danube en Autriche (Spitzenberger, comm. pers. 1999). Depuis

quelques années des inventaires ont été commandés lors des analyses de la situation et de mise en place des plans d'entretien et d'aménagement dans le cadre de la définition de sites naturels protégés. Nous présentons rapidement deux de ces études.

La **chênaie de Gerolfingen** à l'ouest d'Ingolstadt (Bavière) est un ancien taillis sous futaie et une forêt de pacage. SACHTELEBEN & LIEGL (1993) ont pu contacter 5 espèces sûres et 2 autres probables à l'aide de captures au filet, contrôles de nichoirs et au détecteur durant 12 nuits. Les plus abondantes étaient la noctule commune et la pipistrelle de Nathusius, avec les meilleurs taux d'observation en avril/mai. Ces 2 espèces ont été contactées de nouveau en abondance seulement à partir d'octobre, voire septembre. Ces 2 migrateurs au long cours exploitent apparemment la forêt étudiée au moins comme zone de repos, mais aussi probablement pour l'hibernation. D'après cette étude il existe des gîtes d'hibernation de noctule commune dans des bâtiments proches (bâtiments avec des toits plats, barrages du Danube), qui abritent d'importants groupes d'hibernation (Schäfler, comm. pers.). D'autres contacts concernent la pipistrelle commune, le murin de Daubenton et la noctule de Leisler. Ces données sont encore préliminaires.

La réserve naturelle de la **Plaine de l'Isar entre Hangenham et Moosburg** s'étend au nord-est en aval de Freising (Bavière). Sur un secteur long de 24 km des captures au filet ou des contrôles au détecteur ont été réalisés durant 10 nuits en 1992 et 1993 (ÖKOKART, 1994). Quatre espèces ont été identifiées avec certitude (murin de Daubenton, pipistrelle commune, pipistrelle de Nathusius, noctule commune). La pipistrelle de Nathusius était la plus abondante lors des migrations, surtout en septembre. Ces données sont encore préliminaires.

Résultats obtenus dans le cadre du programme

Au cours du programme F+E la faune de 7 forêts alluviales a été étudiée (dans l'ordre nord-sud ; situation des aires d'études : voir carte Fig. 1, contacts d'espèces : voir Tableau 31). L'abondance des différentes espèces se trouve en Fig. 6.

Plaine de l'Elbe près de Dessau, Saxe-Anhalt (voir aussi Hahn et al. in MESCHEDÉ et al., 2002) – aire d'étude n°8

Le site se trouve partiellement dans la réserve de biosphère « Elbe Moyenne » près de Dessau. Des captures au filet ont été réalisées en trois endroits : en zone de protection III (zone de développement) de la réserve (taillis humide d'aulne), en zone de transition vers le paysage de cultures de Dessau-Wörlitz sous forme d'un parc, et dans une réserve naturelle feuillue (forêt bouleau-chêne pédon-

culé) en dehors de la réserve. Six espèces ont été contactées au total en 1996, principalement lors de contrôles de nichoirs et de captures au filet. Des nichoirs installés au printemps 1999 servaient déjà quelques semaines après de gîte de reproduction à des barbastelles. Pour observer la migration de la noctule commune en 1996, un nichoir a été installé mais cet essai n'a pas été poursuivi faute de succès l'année suivante. En 1996 les captures au filet ont duré 4 nuits. Dans l'aire d'étude se trouvent peu de nichoirs. Au printemps 1996, 25 nouveaux nichoirs plats ont été installés. Un détecteur d'ultrasons a été employé lors des nuits de captures.

Le bilan est de 7 espèces, et seulement 2 gîtes de reproduction : murin de Brandt (soupçon de gîte de reproduction) et barbastelle. Mais l'effort de prospection n'est pas encore suffisant. La noctule commune et la pipistrelle de Nathusius n'étaient pas plus abondantes lors des phases de migrations. Visiblement il n'y avait pas de concentrations lors des migrations.

Réserve de biosphère de la Spreewald, Brandebourg (opérateur W. Schorcht, S. Butzeck, K. Hanschick) – aire d'étude n°9

La réserve de biosphère située à env. 70 km au sud-est de Berlin en Brandebourg est un paysage alluvial pauvre en relief au bord de la Spree. On distingue la haute de la basse Spreewald. Les forêts sont des peuplements d'aulnes et de frênes, mais aussi des taillis humides purs d'aulnes, avec en périphérie des hêtraies et sur des collines de moraines des forêts de pins et de chênes rouvres. Trois aires d'étude ont été sélectionnées en 1997 et 1998 :

- futaie d'aulne ;
- aulnaie avec des prairies humides, surfaces en voie de reboisement spontané ;
- chênaie riche en bois morts avec des frênes et quelques hêtres sur station nouvelle en bordure de la Spreewald.

Des captures au filet, des contrôles de nichoirs et au détecteur, des baguages et comptages de noctules communes dans le cadre du programme d'observation de migrations ont été réalisés ici. Deux gîtes de reproduction de noctule commune ont été découverts dans des cavités d'arbres et une colonie de femelles de murin de Brandt. Le murin de Daubenton était de loin l'espèce la plus abondante, ce qui laisse supposer de bonnes conditions trophiques et en gîtes pour cette espèce. Il faut citer les découvertes isolées de barbastelle et sérotine bicolore. Cette dernière n'a certainement pas exploité la forêt alluviale comme territoire de chasse. Les données sont encore préliminaires.

Tableau 31 : Observations d'espèces de chiroptères dans sept forêts alluviales en Allemagne en 1996 et 1997 et résultats d'autres études.

Méthodes employées : contrôles de nichoirs, captures au filet, contrôles au détecteur et occasionnellement écoutes des cris de rut. Les études ont été réalisées entre mai et octobre 1996 et/ou 1997. Les observations des années antérieures sont aussi notées. Abréviations des Länder voir Tab. 1; situation des aires d'études voir Fig. 1; GR = gîte(s) de reproduction; effort de prospection : +++ = bon, ++ = moyen, + = mauvais, (+) = étude non représentative.

Espèce	Chênaie de Gerolfing SACHTELEBEN & LIEGL (1993)	Plaines de l'Isar entre Hangenham et Moosburg ÖKOKART (1994)	Plaines de l'Elbe près Dessau (ST) 1996 aire d'étude n°8
Murin de Daubenton	rare observations isolées au-dessus du Danube ou des bras morts	chasse régulièrement au-dessus de l'Isar	animal isolé
Murin des marais	-----	-----	-----
Murin de Brandt	-----	-----	GR probable
Murin de Brandt (mal identifié)	-----	-----	-----
Murin de Natterer	-----	-----	animal isolé en nichoir
Murin de Bechstein	-----	-----	-----
Grand murin	-----	-----	-----
Noctule commune	espèce la plus abondante avec la pipistrelle de Nathusius en mai lors de la migration de printemps; sans migration d'automne marquée	Abondante lors des migrations	peu d'animaux entre mi-août et fin septembre; baguage
Noctule de Leisler	rare observations lors des migrations	-----	animaux isolés
Sérotine commune	-----	-----	animaux isolés
Sérotine bicolore	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	observations rares mais régulières entre mai et octobre	rare observations isolées	-----
Pipistrelle de Nathusius	avec la noctule commune, espèce la plus abondante en avril ; sans migration d'automne marquée	abondante lors des migrations; espèce observée le plus souvent	animal isolé (♂ adulte) mi-juillet ('94)
Pipistrelle de Nathusius ou commune non définie	-----	plusieurs observations par détecteur sans identification claire de l'espèce	-----
Oreillard roux	-----	-----	-----
Oreillard gris	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	12 animaux fin juillet 96 dans nouveau nichoir plat (WoSt)

Espèce	Chênaie de Gerolfing SACHTELEBEN & LIEGL (1993)	Plaines de l'Isar entre Hangenham et Moosburg ÖKOKART (1994)	Plaines de l'Elbe près Dessau (ST) 1996 aire d'étude n°8
Somme des espèces (toutes méthodes de constat confondues)	5	4	- 5 7
Espèces avec GR	0	0	2
Effort de prospection	+	+	+

Espèce	Réserve de protection de biotope Spreewald (BB) 1997, 1998 aire d'étude n°9	Plaine Rhénane de Hördt (RP) 1996, 1997 aire d'étude n°15	Plaine rhénane du nord-badois (BW) 1996 voir aussi ARNOLD (1999) aire d'étude n°16
Murin de Daubenton	espèce la plus abondante	1 GR en nichoir	chasse régulièrement au-dessus des chemins et eau ; gîtes en cavités d'arbres ; espèce la plus abondante
Murin des marais	-----	-----	observation de chasse par 3 fois, observations au détecteur
Murin de Brandt	GR en nichoir	petite GR dans une station de pompage	-----
Murin de Brandt (mal identifié)	-----	-----	animaux isolés en nichoirs
Murin de Natterer	animaux isolés au filet	animaux isolés en nichoirs (juillet)	-----
Murin de Bechstein	-----	animaux isolés en nichoirs (juillet)	-----
Grand murin	observation isolée avant 1996	-----	animal isolé au détecteur
Noctule commune	2 GR en arbres ; marquages ; comptages lors de migrations	souvent en nichoirs au mois de mars et septembre ; hibernation en nichoir (animaux morts de froid) ; baguage ; recaptures	absent en été, lors des migrations et dans des nichoirs en hiver
Noctule de Leisler	-----	GR et animaux isolés	1 GR ; observations d'hibernation en nichoirs ; nombre le plus élevé d'individus en mai
Sérotine commune	observation isolée avant 1996	1 observation en 1989	animal isolé au détecteur
Sérotine bicolore	animal isolé	-----	-----
Pipistrelle commune	observation isolée avant 1996	animaux isolés en nichoirs	animaux isolés en nichoirs ; régulièrement mais pas souvent

Espèce	Réserve de protection de biotope Spreewald (BB) 1997, 1998 aire d'étude n°9	Plaine Rhénane de Hördt (RP) 1996, 1997 aire d'étude n°15	Plaine rhénane du nord-badois (BW) 1996 voir aussi ARNOLD (1999) aire d'étude n°16
Pipistrelle de Nathusius	animaux isolé en nichoirs (probablement seulement ♂ qui passent l'été)	souvent lors des migrations en septembre en nichoir; animaux isolé aussi en été	nombreuses lors des migrations; en été animaux isolés; marquages; redécouvertes de bagues de qq. animaux
Pipistrelle de Nathusius ou commune non définie	-----	2 grands groupes et 5 petits groupes sous la toiture d'une station de pompage (juillet)	-----
Oreillard roux	-----	> 2 – 3 GR	irrégulièrement saisonnier en nichoirs
Oreillard gris	observation avant 1996	-----	animaux isolés (capture au filet); gîte en dehors de la forêt
Barbastelle	♀ isolée au filet; probablement GR (nouveau constat dans la région)	-----	-----
Somme des espèces (toutes méthodes de constat confondues)	11	10	11
Espèces avec GR	3	4	1
Effort de prospection	+	++	+++

Espèce	Plaines du Danube de l'embouchure du Lechmündungsgebiet (BY) 1997 aire d'étude n°22	Forêts rhénanes du sud-badois (BW), 1996, 1997 aire d'étude n°25	Plaines de l'Isar au nord de Munich (BY) 1997 aire d'étude n°27
Murin de Daubenton	animaux isolés au-dessus bras mort	espèce dominante dans les forêts rhénanes (plusieurs GR); estimation: 100 ind./km de fleuve	chassent au-dessus de l'Isar et des gravières
Murin des marais	-----	-----	-----
Murin de Brandt	-----	-----	animaux isolés (♀ allaitante)
Murin de Brandt (mal identifié)	-----	-----	-----
Murin de Natterer	-----	-----	-----
Murin de Bechstein	-----	-----	-----
Grand murin	-----	-----	-----

Espèce	Plaines du Danube de l'embouchure du Lechmündungsgebiet (BY) 1997 aire d'étude n°22	Forêts rhénanes du sud-badois (BW), 1996, 1997 aire d'étude n°25	Plaines de l'Isar au nord de Munich (BY) 1997 aire d'étude n°27
Noctule commune	nombreuses au-dessus des retenues lors des migrations ; comptages de migrations	absente en été, qq. individus avec cris de rut fin août ; gîtes d'accouplement et d'hibernation dans des allées et parcs ; baguage et recaptures	tout au long de l'année, mais en été seulement qq. individus, lors de migrations souvent en nichoirs ; cris de rut dans cavités d'arbres ; hibernation ; marquages et recaptures
Noctule de Leisler	-----	-----	animaux isolés dans les nichoirs
Sérotine commune	-----	animaux isolés en train de chasser	-----
Sérotine bicolore	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	-----	animaux isolés chassant régulièrement sur le Rhin	animaux isolés (♀ allaitante)
Pipistrelle de Nathusius	animaux isolés en septembre au-dessus bras morts	au moment des migrations souvent en nichoirs ; en été animaux isolés ; baguage en nichoir ; redécouvertes des mêmes animaux	très souvent en nichoir lors des migrations, en fin d'été gîtes d'accouplempent ; deuxième espèce la plus abondante ; baguage et recaptures
Pipistrelle de Nathusius ou commune non définie	-----	-----	-----
Oreillard roux	-----	-----	animaux isolés nichoir
Oreillard gris	-----	-----	-----
Barbastelle	-----	-----	-----
Somme des espèces (toutes méthodes de constat confondues)	3	5	7
Espèces avec GR	0	1	0
Effort de prospection	(+)	++	+++ +++

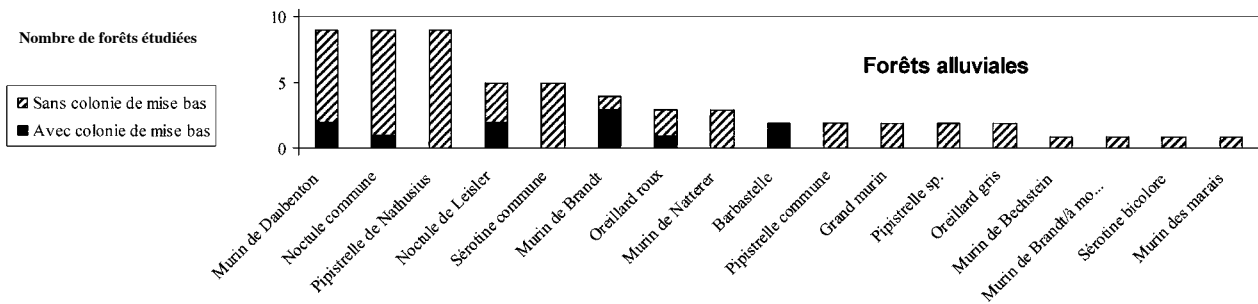


Fig. 6 : Observations des espèces de chauves-souris en forêt alluviale (n = 9; sept aires d'étude et deux forêts étudiées dans d'autres travaux); en partie aussi données antérieures; données bibliographiques d'avant 1996.

Plaine de Hördt dans le fossé rhénan, Rhénanie Palatinat (voir Fuhrmann et al. in MESCHEDE et al., 2002) – aire d'étude n°15

La réserve naturelle de la Plaine Rhénane de Hördt est une ancienne forêt alluviale qui n'est plus inondée qu'irrégulièrement. La composition spécifique est étudiée ici depuis 1988/89 dans environ 100 nichoirs, dont le taux d'occupation a évolué depuis cette époque de 13 à 90%. En 1996 des espèces supplémentaires ont pu être contactées et la liste complète compte 10 espèces. Des gîtes de reproduction d'oreillard roux, de murin de Daubenton et de noctule de Leisler sont présents; en période de migration des noctules communes et des pipistrelles de Nathusius se trouvent souvent dans les nichoirs. Dans le bâtiment d'une station de pompage en lisière de forêt se reproduisent le murin de Brandt et la pipistrelle sp. Lors d'une cartographie des cavités arboricoles réalisée dans cette forêt de 1989 à 1992, 50 cavités ont été découvertes et étudiées dans 33 arbres. Seules deux loges de pic à une hauteur de 10 m contenaient des traces de chauves-souris. Des noctules communes ont été baguées dans le cadre du programme d'observation des migrations et certains animaux ont pu être retrouvés (voir chap. 3.1, «La noctule commune»). Cette région est apparemment visitée par des espèces migratrices lors des saisons concernées. L'effort de prospection est moyen dans cette forêt.

Plaines rhénanes du nord badois, rive droite entre Karlsruhe et Mannheim, Bade-Wurtemberg (voir Arnold 1999; Arnold & Braun in MESCHEDE et al., 2002) – aire d'étude n°16

Les plaines rhénanes du nord du Bade-Wurtemberg s'étendent sur environ 55 km du nord au sud. Dans la zone des méandres du Rhin se trouvent divers bras morts. Les peuplements forestiers sont caractérisés par une forêt alluviale à bois tendres typique de boisements secondaires, avec des peupliers hybrides, des saules, frênes et érables. L'aire d'étude est divisée en quatre parcelles. Deux sont situées devant la digue, et ainsi exposées

directement aux crues du Rhin. Les peuplements se composent surtout de feuillus et sont âgés en moyenne d'environ 100 ans. Les contrôles de nichoirs et au détecteur ainsi que des captures au filet ont permis de trouver 11 espèces. La présence d'un gîte de reproduction de noctule de Leisler est remarquable, ainsi que la capture d'un oreillard gris, espèce rarement observée en forêt, et l'observation unique d'un murin des marais (contact dans le cadre d'une séance de travaux au détecteur; détermination H. Limpens; voir ARNOLD, 1999; Arnold & Braun in MESCHEDE et al., 2002).

Des noctules communes et des pipistrelles de Nathusius ont été baguées dans le cadre du programme d'observation des migrations. Un certain nombre d'animaux bagués a pu être retrouvé (voir chap. 3.1, «La noctule commune» et «La pipistrelle de Nathusius»). Les plaines rhénanes du nord badois jouent un rôle prédominant pour les espèces migratrices, surtout les noctules commune et de Leisler et la pipistrelle de Nathusius. On trouve les concentrations les plus fortes au mois de mars, début mai et à partir du mois d'août. L'effort de prospection est fort.

Les plaines du Danube dans la région de l'embouchure du Lech (Wannengries), à l'est de Donauwörth, Bavière (opérateur A. Meschede et al.) – aire d'étude n°22

Les plaines du Danube en Souabe bavaroise s'étendent de l'ouest à l'est entre Donauwörth et Neuburg sur le Danube/Ingolstadt, sur une longueur d'environ 20 km, sous forme d'une bande forestière plus ou moins continue des deux côtés du Danube dont le cours est régulé et endigué. Bien que la composition des peuplements corresponde en grande partie à celle de la forêt alluviale naturelle à bois durs, ils ne sont plus inondés régulièrement depuis longtemps. La forêt apparaît comme une futaie à feuillus dominants, richement structurée avec un sous-étage souvent relativement dense. Des bras fluviaux morts, fossés et trouées du type brûlis, ainsi qu'un étang de pêche sont présents. Des captures au filet ont été

organisées pendant trois nuits en 1997 (juin, septembre). On ne peut pas considérer la récolte des données comme exhaustive. Les filets étaient installés près de bras morts, sur des chemins, au bord d'un étang et en lisière d'une trouée de type brûlis. Il n'y a pas de nichoirs dans l'aire d'étude. Les rares contacts se limitent aux murins de Daubenton et pipistrelles de Nathusius.

Les plaines rhénanes du sud badois entre Breisach et Grissheim, Bade-Wurtemberg (opérateur F. Kretzschmar et al.) – aire d'étude n°25

L'étude a porté sur quatre anciennes forêts alluviales entre Breisach et Grissheim en sud badois. Asséchées par la régulation du Rhin au XIX^e siècle, il n'y a plus aujourd'hui dans ce secteur de véritables forêts alluviales régulièrement inondées.

Forêt rhénane au sud de Breisach. Mosaique de forêts alluviales à bois durs et de chênaie à charme, localement richement structurée (strate arbustive). Essences dominantes : chêne pédonculé, charme, peuplier argenté, érable sycomore, plus rarement peuplier noir, hêtre et robinier. Nombreux bras morts.

Forêt rhénane Breisach-sud. Restes de forêts alluviales à bois durs, partiellement inondées, surtout chênaie à charme. Essences dominantes : chêne pédonculé, frêne, peuplier argenté, érable sycomore et plane, quelques hêtres, pinèdes et chênaias sèches à charme, jeunes peuplements d'érable plane.

Forêt rhénane Hartheim. Surtout pinèdes de 40-60 ans ; forêt spontanée avec chêne pédonculé, peuplier argenté et broussailles denses au niveau des anciens bras rhénans.

«*Plaine sèche*» *Grissheim.* Arbustes thermophiles, chênaie à *Carex alba* en mélange avec des pinèdes, localement prairies sèches ; peupliers, robiniers, restes de forêt alluviale à bois tendres. Ici domine la pipistrelle de Nathusius lors des saisons de migrations.

Des captures au filet, contrôles de nichoirs et au détecteur ont été réalisés dans toutes les aires d'études. Environ 200 nichoirs ont été contrôlés dans les quatre forêts. Quatre espèces de chauves-souris ont pu être contactées dans des nichoirs, une autre au détecteur. Le murin de Daubenton était de loin l'espèce la plus abondante, la densité d'individus a pu être estimée localement à 100 animaux/km fluvial. Plusieurs gîtes de reproduction ont été trouvés, de même que des gîtes d'accouplement et d'hibernation de noctule commune dans des allées, parcs et vieilles forêts le long du Rhin. Un gîte d'accouplement probable de pipistrelle de Nathusius a été trouvé derrière l'écorce écartée d'un robinier. Dans le cadre du programme d'observation des migrations, des noctules communes et des pipistrelles de Nathusius, qui sont abondantes ici au printemps et en automne, ont été baguées.

Plusieurs bagues ont pu être retrouvées (voir chap. 3.1, Tableau 18). Le taux de prospection est moyen.

Plaines de l'Isar env. 20 km au nord de Munich, Bavière (opérateur A. Bautsch et al.) – aire d'étude n°27

Entre Munich et Freising, à 30 km au nord, s'étend une forêt alluviale des deux côtés de l'Isar sur une largeur d'environ 500 m. Bien que la composition des peuplements corresponde encore à la forêt alluviale naturelle à bois durs, les crues manquent depuis la régulation de la rivière. L'apparence est toujours une futaie à feuillus dominants richement structurée, dont le sous-étage est souvent très dense. Des bras morts, gravières, ruisseaux et fossés sont localement présents. On trouve des concentrations de noctule commune et de pipistrelle de Nathusius surtout au printemps et en fin d'été lors des époques de migrations. Elles deviennent particulièrement remarquables en fin d'été et en automne, au moment des accouplements. A cette période ces deux espèces deviennent les plus abondantes dans la trentaine de nichoirs régulièrement contrôlés. A proximité immédiate de la forêt alluviale de l'Isar se trouvent des gîtes d'hibernation en bâtiment de noctule commune. Ils sont connus jusque dans la zone urbaine munichoise. On peut compter plusieurs centaines d'animaux lors de l'envol. Les captures au filet, contrôles de nichoirs et au détecteur montrent une exploitation de la forêt par au moins 7 espèces.

Entre 1996 et 1998 plusieurs nuits de captures ont été organisées. Dans le même laps de temps la trentaine de nichoirs a été contrôlée, ainsi qu'occasionnellement des miradors de chasse, des chalets et des cavités d'arbres, mais aucun gîte de reproduction n'a été trouvé. Des noctules communes et des pipistrelles de Nathusius ont été baguées ; beaucoup ont été recapturées (voir Tableau 13, 18). L'effort de prospection est moyen à bon.

15 espèces de chauves-souris ont été contactées en forêt alluviale, avec 6 espèces en reproduction dans 5 régions. Le nombre plutôt faible de constats de reproduction s'explique probablement par les nombreuses cavités naturelles inaccessibles dans la forêt alluviale.

Quand on observe l'ensemble des forêts alluviales, certaines espèces ressortent comme «*typiques*» : ce sont d'une part les espèces migratrices telles que la noctule commune, la pipistrelle de Nathusius et, dans une moindre mesure, la noctule de Leisler. D'autre part, les murins de Daubenton et murins de Brandt sont contactés régulièrement en forêts humides ou proches de l'eau, avec présence de gîtes de reproduction. Les observations de sérotines communes ou pipistrelles communes sont souvent dues à des contrôles au détecteur. Pour la pipistrelle commune il faudra à l'avenir prêter plus d'attention aux types de cris à 55 kHz de la nouvelle espèce *Pipistrellus*

pygmaeus/mediterraneus (Häussler *et al.*, en prép.). A cause de l'effort de prospection généralement insuffisant, il n'est pas utile de comparer les résultats entre les forêts alluviales et les autres forêts. Les grandes différences entre les nombres d'espèces constatées ont leur origine dans la fréquence des contrôles et la méthodologie.

Le rôle des forêts alluviales comme habitat pour les chauves-souris

Les forêts alluviales au sens propre, donc régulièrement inondées, ne peuvent être étudiées en Allemagne, à l'exception de la réserve de biosphère « Moyenne-Elbe », où une étude faunistique sur les chauves-souris était impossible. Mais certaines des forêts étudiées peuvent être comparées avec de véritables forêts alluviales, au moins en ce qui concerne leur structure.

Les forêts alluviales ont d'abord le même rôle que les autres forêts en offrant le gîte et la nourriture. Les forêts alluviales et ripicoles jouent, d'après les résultats, un rôle supplémentaire pour les chauves-souris qui dépasse celui des autres forêts. Elles ont une grande importance comme lieu de repos et d'hibernation pour les espèces migratrices. La proximité de l'eau et les bras morts assurent une offre riche en insectes, et la richesse en structures une bonne offre en gîtes naturels. Cette évaluation du rôle pour les espèces migratrices se trouve confortée par les observations concordantes de plusieurs experts, qui affirment par exemple que l'on ne trouve que rarement des pipistrelles de Nathusius en nichoirs dans les forêts situées à seulement quelques kilomètres des cours d'eau (Arnold, Bautsch, Kretschmar, comm. pers. 1999).

Bien que les espèces migratrices recherchent surtout les forêts alluviales lors de certaines périodes, d'autres espèces ne s'y trouvent que rarement ou pas du tout. La richesse en structures et en végétation dans les strates inférieures pourrait rendre les forêts alluviales inaptes comme habitat de chasse pour certaines espèces tel le grand murin par exemple, qui a besoin de sol dégagé et d'espace aérien libre pour la chasse aux carabidés. La forêt alluviale pourrait pourtant servir de site à gîte au grand murin, qui parcourt facilement des distances de 10 km pour rejoindre son territoire de chasse. Les espèces qui utilisent l'espace aérien libre, et qui chassent par exemple en dessous des houppiers dans la forêt fermée, doivent, dans les forêts alluviales, fréquenter plus les clairières, bras morts, lisières en bord de cours d'eau et chemins. La quasi absence du murin de Bechstein est remarquable. Un seul exemplaire isolé a pu être trouvé dans la plaine rhénane de Hördt (aire d'étude n° 15). Une explication pourrait être la difficulté de trouver les cavités pourtant nombreuses. Le sous-étage est aussi probablement trop dense. Par exemple ARNOLD (1999) n'a pas observé de murin de Bechstein dans les forêts alluviales du nord badois, mais en a trouvé à quelques kilomètres

dans des nichoirs des forêts du Hardt. Pour l'oreillard roux la situation est semblable. On ne le trouve que rarement dans des forêts proches des cours d'eau, alors qu'il est abondant dans la région de la forêt du Hardt en comparaison avec d'autres espèces de chauves-souris.

Les forêts alluviales sont indispensables pour les espèces migratrices. Elles fournissent des gîtes de repos et d'hibernation, ainsi que des ressources alimentaires. Nous devons encore étudier dans quelle mesure les forêts alluviales, voire les paysages fluviaux, ont une fonction de lignes d'orientation et de guidage. Nous ne disposons pas encore de connaissances suffisantes sur les mécanismes de migration chez les chauves-souris.

Conclusions

Les forêts alluviales visitées par la noctule commune et la pipistrelle de Nathusius lors de la migration ont une importance qui dépasse le cadre de l'Allemagne. Ce pays n'est qu'une station intermédiaire, en particulier pour la pipistrelle de Nathusius, entre les régions estivales de l'est de l'Europe et les régions d'hibernation de l'ouest et du sud-ouest européen. En Allemagne n'hiberne qu'une partie des populations, dont les gîtes de reproduction se trouvent en plus à l'est Pologne.

L'Allemagne a, comme pays de transit, une responsabilité élevée au coeur de l'Europe pour le maintien, l'optimisation et la restauration des paysages fluviaux et donc la sauvegarde des populations de chauves-souris. Les conseils de gestion particuliers pour la protection des chauves-souris sont les mêmes que pour les autres forêts (voir chap. 4.2.1). Mais pour la protection de ces habitats indispensables, il faut aussi appliquer les objectifs suivants :

- le maintien, l'amélioration et surtout l'extension de toutes les forêts alluviales en Allemagne ;
- l'application des directives HFF de l'Union Européenne, qui listent les forêts alluviales comme des types de biotopes à protéger en particulier ;
- la conversion progressive des forêts résineuses ripicoles étrangères à la station et des populecultures hybrides, vers des forêts alluviales à bois tendres et durs, par la favorisation des essences typiques dans des forêts alluviales de production ;
- la restauration d'un régime phréatique typiquement alluvial en collaboration avec la gestion des eaux, par recul des digues et création de nouveaux espaces de rétention ;
- le maintien des bras morts ; là où le castor est présent, permettre son développement et son activité ;
- le maintien et la restauration d'une offre en gîtes naturels durable dans la forêt alluviale par la

favorisation d'îlots de vieux bois et d'espaces qui sont exclus de la production, ou qui peuvent être désignés comme sortis de la production régulière (voir aussi chap. 4.2.1).

3.5.3. Chauves-souris en montagne

Les données disponibles sur les forêts d'altitude étant lacunaires, ce chapitre traite non seulement de l'habitat forestier, mais aussi de l'ensemble des paysages de montagne. Il y sera surtout question de la ressource en gîtes.

Nous entendons ici par région de forêt d'altitude la zone comprise entre 800 m et la limite des arbres (environ 1 800 m). En Allemagne, on trouve de vastes forêts en moyenne montagne et dans les Alpes bavaroises.

La forêt de montagne naturelle typique est caractérisée par un mélange épicéa-sapin-hêtre et érable sycomore, avec une répartition adaptée aux conditions de la station. Dans les stations à climat extrême l'épicéa domine jusqu'au peuplement pur. Sur des pentes ensoleillées le pin peut aussi se maintenir. En forêt de montagne une structure jardinée peut s'établir naturellement par endroits, où la mort et l'écroulement d'un arbre isolé ou d'un petit groupe provoque de petites trouées qui permettent une régénération. C'est ainsi que la forêt de montagne est marquée par un morcellement élevé et une mosaïque de phases d'évolution forestières. Dans la phase optimale la structure régulière prévaut, qui sera trouée lors des processus mortifères. Dans sa phase sénile de dégradation et de décomposition la forêt de montagne présente des densités élevées d'insectes (proies potentielles pour les chauves-souris) ainsi qu'une densité élevée de pics (producteurs de gîtes potentiels) (SCHERZINGER, 1985, 1996).

La densité des espèces de pics est plus faible pour des raisons climatiques en forêt d'altitude, mais la richesse en structures est particulièrement élevée à cause des accidents météorologiques tels que chablis, avalanches, foudre, qui provoquent des cavités par pourriture. Dans des zones montagnardes, six à sept espèces de pics (SCHERZINGER, 1982) construisent des loges : pic noir, pic vert, pic cendré, pic épicéa, pic à dos blanc (Alpes, Forêt Bavaroise), pic tridactyle et pic épicéa, dont certaines n'existent que là. Le pic à dos blanc est en quelque sorte une relique des forêts vierges avec des exigences particulières quant à l'habitat (voir chap. 3.3.1). Il a une fonction indicatrice d'après SCHERZINGER (1985) pour des forêts de montagne mélangées et richement structurées. Le pic à dos blanc ne joue qu'un rôle relativement réduit en Allemagne, mais important tout de même avec ses 400-500 couples (PECHACEK, 1994), comme le pic tridactyle avec ses 1000-1500 couples.

Les peuplements de chauves-souris en forêt d'altitude et dans les régions montagnardes

HOLZHAIDER (1998) a réuni, dans le cadre de sa thèse, des informations complètes sur la présence en Allemagne de chauves-souris dans des zones montagnardes et subalpines des Alpes bavaroises (seconde année du programme). Nous disposons de données sur la Forêt Bavaroise grâce à MORGENROTH (1989). Friederike Spitzenberger mène depuis 1996 des études en Autriche dans les réserves naturelles à toutes les altitudes. Ces études seront achevées en 1999 (Spitzenberger, rapport écrit 1999), et nous ne pouvons donc pas encore présenter ses résultats ici. L'Atlas Suisse des Mammifères (HAUSSER, 1995) et STUTZ (1989) nous renseignent sur les Alpes suisses. Les résultats de ces travaux sont contenus dans le Tableau 32.

Nous allons nous pencher sur les résultats récents obtenus par HOLZHAIDER (1998) dans les Alpes bavaroises. La recherche des chauves-souris ne s'est pas faite dans la forêt en particulier, mais était concentrée sur des gîtes accessibles, donc chalets et grottes rocheuses naturelles, qui se situent habituellement en forêt. L'auteur a trouvé 189 indices de présence de chauves-souris à plus de 800 m d'altitude dans environ 450 chalets entre Garmisch-Partenkirchen et Berchtesgaden. Les contrôles de chalets et captures devant des grottes calcaires ont révélé la présence de 13 espèces de chauves-souris dans les Alpes bavaroises (HOLZHAIDER, 1998, voir Tableau 32). L'auteur cite 14 gîtes de reproduction (murin à moustaches, pipistrelle commune, sérotine de Nilsson, et éventuellement aussi murin de Brandt), et en suppose la présence pour 5 autres espèces. Les chalets se trouvant à l'intérieur, ou à moins de 100 m, de la forêt étaient significativement plus souvent occupés que ceux qui étaient sur des alpages à plus de 100 m des forêts. Les gîtes en forêt ou proche de celle-ci, et notamment les gîtes naturels, ont donc dans ces régions autant d'importance pour les chauves-souris que dans les forêts de plaine. Les résultats démontrent que les régions de montagne sont régulièrement exploitées (le lieu de capture le plus élevé se situe à environ 1700 m). D'après les rares résultats actuels, on ne peut pas comparer la densité d'individus et la diversité d'espèces des forêts d'altitude avec celles de plaines. Les facteurs climatiques doivent avoir une influence capitale sur la présence d'espèces en altitude. L'élevage des jeunes est plus difficile avec le froid et la menace de neige de septembre à mai (ou début juin), et des vents abondants, orages et pluies d'été. HOLZHAIDER (1998) a collecté la plupart de ses données en août et septembre.

On classe habituellement la barbastelle, la sérotine bicolore, la sérotine de Nilsson, le murin de Natterer et le murin à moustaches parmi les espèces tolérant le froid. On peut donc s'attendre à les rencontrer en altitude. La découverte d'au moins 6 autres espèces (y compris le murin de Bechstein et le murin à oreilles échancrées)

Tableau 32 : Présence de chauves-souris en situation montagnarde (données bibliographiques).

Sources : AELLEN, 1962, 1983 = Col de Bretolet ; ARLETTAZ *et al.*, 1997 = Valais ; HANSBAUER, 1987 = Alpes bavaroises ; HAUSSER, 1995 = Suisse ; v. HELVERSEN *et al.*, 1987 = Forêt-Noire ; HOLZHAIDER, 1998 = Alpes bavaroises ; ISSEL *et al.*, 1977, MORGENROTH, 1989 = Forêt Bavaroise ; RACHL & KÄSTLE, 1982 = Alpes bavaroises ; Rudolph & Meschede non publié, 1995-1998 = Alpes bavaroises ; SCHAEFER, 1973 = Hohe Tatra ; SKIBA, 1995 = sud de l'Allemagne ; SPITZENBERGER, 1986, 1987, 1993a = Autriche, 1993b = Carinthie ; STUTZ, 1989 = Suisse ; ZINGG & MAURIZIO, 1991 = Val Bregaglia/Graubünden. ? = probablement oui, mais des lacunes des connaissances ne permettent pas d'affirmations ; () = régionalement seulement. GR = gîte de reproduction ; Eté = observations régulières ou saisonnières d'animaux isolés à > 800 m (p. ex. grottes ou chalets) en été ; Hiver = observations en hiver ou en migration à > 800 m.

Espèce	GR > 800 m		Eté	Hiver	sources
	régulier	exception			
Grand rhinolophe	----	X	----	?	SPITZENBERGER 1993b
Petit rhinolophe	(X ¹)	----	X	X	HANSBAUER 1987, HOLZHAIDER 1998, SPITZENBERGER 1993b, STUTZ 1989
Murin de Daubenton	----	----	X	X	ARLETTAZ <i>et al.</i> 1997, HANSBAUER 1987, HOLZHAIDER 1998, Rudolph & Meschede non publié
Murin à moustaches	X	----	X	X	HOLZHAIDER 1998, Rudolph & Meschede non publié., STUTZ 1989, Zingg & Burkhard <i>in</i> HAUSSER 1995
Murin de Brandt	X	----	X	X	ARLETTAZ <i>et al.</i> 1997, HOLZHAIDER 1998, RACHL & KÄSTLE 1982, Rudolph & Meschede non publié
Murin à oreilles échanquées	----	----	X	X ²	HOLZHAIDER 1998, Rudolph & Meschede non publié, SPITZENBERGER 1987
Murin de Natterer	X	----	X	X	v. HELVERSEN <i>et al.</i> 1987, HOLZHAIDER 1998, RACHL & KÄSTLE 1982, Rudolph & Meschede non publié
Murin de Bechstein	----	----	X	X	RACHL & KÄSTLE 1982, Rudolph & Meschede non publié
Grand murin	----	X ³	X	X	HANSBAUER 1987, HOLZHAIDER 1998, Rudolph & Meschede non publié, STUTZ 1989
Noctule commune	----	----	----	X	AELLEN 1962, 1983
Noctule de Leisler	----	----	X	X	AELLEN 1962, ZINGG & MAURIZIO 1991
Sérotine commune	----	X	X ⁴	?	SPITZENBERGER 1993b, ZINGG & MAURIZIO 1991
Sérotine de Nilsson	X	----	X	X	AELLEN 1962, 1983, HOLZHAIDER 1998, MORGENROTH 1989, Rudolph & Meschede non publié, SKIBA 1995, SPITZENBERGER 1986, STUTZ 1989
Sérotine bicolore	?	?	X	X	AELLEN 1962, 1983, HOLZHAIDER 1998, SCHAEFER 1973, ZINGG & MAURIZIO 1991
Pipistrelle commune	X	----	X	?	ARLETTAZ <i>et al.</i> 1997, HOLZHAIDER 1998, STUTZ 1989
Pipistrelle de Nathusius	----	----	X	X	HOLZHAIDER 1998
Oreillard roux	X	----	X	X	Beck <i>et al. in</i> HAUSSER 1995, HOLZHAIDER 1998, RACHL & KÄSTLE 1982, Rudolph & Meschede non publié, STUTZ 1989
Oreillard gris	----	----	X	----	<i>in</i> SCHOBER & GRIMMBERGER 1998
Barbastelle	----	X ⁵	X	X	HANSBAUER 1987, HOLZHAIDER 1998, Rudolph & Meschede non publié, SPITZENBERGER 1993a

¹ 33 gîtes de reproduction sur 170 au dessus de 800 m dans le Kärnten en Autriche (SPITZENBERGER, 1993b).

² l'âge des squelettes trouvés dans des grottes en Autriche est incertain ; il est possible qu'ils datent d'une époque à laquelle la limite de la forêt était plus haute (SPITZENBERGER, 1987).

³ 3 gîtes de reproduction sur 32 au dessus de 800 m dans le Kärnten en Autriche (SPITZENBERGER, 1993b).

⁴ uniquement Alpes du sud (ZINGG & MAURIZIO, 1991).

⁵ ancienne observation près de Füssen par ISSEL *et al.* (1977). 2 gîtes de reproduction sur 18 au dessus de 800 m dans le Kärnten en Autriche (SPITZENBERGER, 1993b).

à une altitude de 1250 m (Rudolph & Meschede, non publié) démontre qu'il reste des lacunes à combler dans les connaissances sur la distribution altitudinale des différentes espèces. v. HELVERSEN *et al.* (1987) indiquent un gîte de reproduction du murin de Natterer dans un nichoir à presque 1000 m d'altitude en Forêt-Noire. Dans le Valais (Suisse) on trouve des sérotines de Nilsson, des murins de Brandt et des murins à moustaches surtout au-dessus de 1000 m (ARLETTAZ *et al.*, 1997). Le gîte de reproduction le plus élevé pour le murin de Brandt se trouve à 1350 m (Zingg & Arlettaz *in* HAUSSER, 1995), et pour le murin à moustaches à 1670 m (Zingg & Burkhard *in* HAUSSER, 1995). La découverte d'un gîte de reproduction de sérotine de Nilsson dans les Alpes bavaroises et un autre en Autriche à 1100 m (HOLZHAIDER, 1998; SPITZENBERGER, 1986), son classement en tant qu'espèce la plus abondante en Forêt Bavaroise (MORGENROTH, 1989), et les contacts réguliers dans des zones au-dessus de 800 m au détecteur d'ultrasons (10 % de tous les contacts en Allemagne du sud; SKIBA, 1995), ont permis de confirmer sa présence régulière en altitude. L'oreillard roux est aussi capable d'élever des jeunes en altitude. On trouve régulièrement des colonies en Suisse, parfois même populeuses entre 1200 et 1950 m, qui permettent de conclure à une bonne exploitation par l'oreillard roux des étages montagnards et subalpins (Beck *et al.* *in* HAUSSER, 1995). Par contre nous ne connaissons pas de gîtes de reproduction de sérotine bicolore en montagne. STUTZ & HAFNER (1984) décrivent en Suisse seulement un groupe de mâles au-dessus de 800 m. En Allemagne cette espèce touche à la limite sud-ouest de son aire de distribution. Cependant une colonie de reproduction a été découverte récemment plus à l'ouest, en Suisse, au bord du lac de Neuchâtel (JABERG *et al.*, 1998; MOESCHLER & BLANT, 1987).

De nombreuses observations hivernales (jusqu'à 2400 m) démontrent que beaucoup d'espèces sont capables de pénétrer dans des zones même alpines; en témoignent

aussi les captures régulières de chauves-souris en migration au col de Bretolet (1923 m, frontière franco-suisse en Valais, par exemple noctule commune et de Leisler, grande noctule, sérotine bicolore, pipistrelle de Nathusius, murin à moustaches, murin à oreilles échanquées et grand murin; AELLEN, 1962, 1983).

Résultats obtenus dans le cadre du projet

Dans le cadre du programme F+E, des études ont été menées dans six forêts de montagne en Bavière et Bade-Wurtemberg (aires d'études de l'ouest à l'est, voir Fig. 1; liste d'espèces voir Tableau 33 et Fig. 7). La pression de prospection reste insuffisante dans toutes les régions. Il faut considérer ces études comme préliminaires. Il n'existe pas d'études étendues des forêts d'altitude d'Europe centrale.

Parc naturel de la Forêt Bavaroise (env. 1000-1200 m); Bavière (opérateur B. Leitner) – aire d'étude n°21

Forêt mélangée et pessière d'altitude se partagent la région du parc national. Ont été menés: des séances de captures au filet (sans succès) fin mai 1996, plusieurs contrôles au détecteur courant 1996 [constats de murin de Brandt (probable), sérotine de Nilsson, murin de Daubenton et noctule commune (une fois fin mai)], des contrôles (sans succès) de tous les chalets appartenant au parc.

Forêt-Noire sud (env. 850-1050 m) à 10 km env. à l'est de Müllheim, Bade-Wurtemberg (opérateur F. Kretzschmar) – aire d'étude n°26

On y trouve des sapinières et des pessières alternant avec de vastes pacages ouverts. Ont été réalisés: des captures au filet, des contrôles de nichoirs et au détecteur en 1996. La seule espèce observée était le murin de Brandt ou à moustaches (contact incertain visuel et au détecteur).

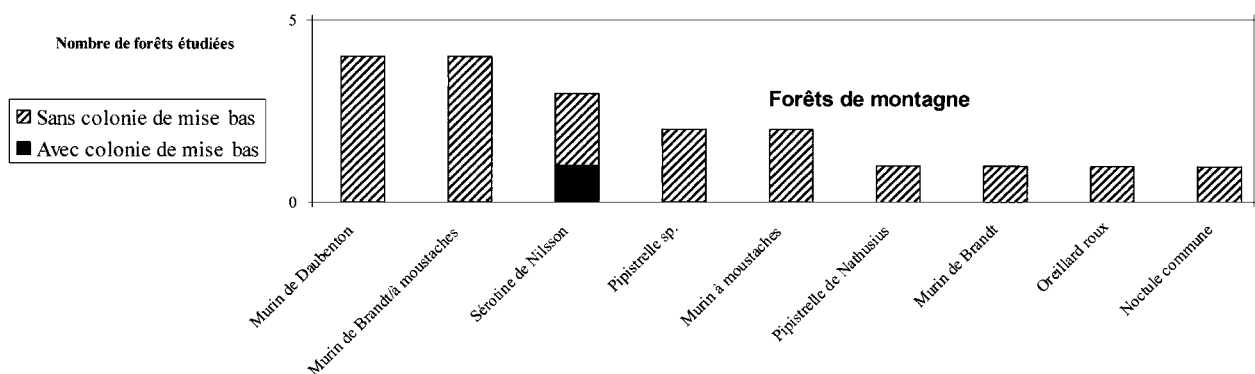


Fig. 7: Observations des espèces de chauves-souris en forêt de montagne et zone de montagne entre 1996 et 1998 (en partie aussi des observations antérieures).

Tableau 33 : Observations par contrôles de niochirs, captures au filet et contrôles au détecteur entre mai et octobre dans les régions de montagnes étudiées entre 1996 et 1998
Effort de prospection : +++ = bon, ++ = moyen, + = mauvais, (+) = étude non représentative.

Espèce	Parc National de la Forêt Bavaroise 1996 aire d'étude n°21	Sud Forêt-Noire 1996 aire d'étude n°25	Linderwald dans Ammergebirge (Haute Bavière, Alpes) 1997 aire d'étude n°28	Estergebirge à l'est de Garmisch-Partenkirchen (Haute-Bavière, Alpes) 1997 aire d'étude n°29	Wettersteingebirge (Haute-Bavière, Alpes) 1997 aire d'étude n°30	Lac de Spitzing et Vallep ; Mangfallgebirge (Haute-Bavière, Alpes) 1996, 1997, 1998 aire d'étude n°31
Noctule commune	animal isolé, observations de vol, mai '96	-----	-----	-----	-----	-----
Pipistrelle commune	-----	-----	-----	détecteur	capture au filet et découverte de guano dans un chalet	-----
Pipistrelle de Nathusius	-----	-----	constat au détecteur et cris sociaux		(event. cris sociaux)	-----
Murin de Daubenton	constat au détecteur et à vue	-----	-----	qq. ♂	animaux isolés	chasse régulièrement au-dessus du lac
Murin à moustaches	constat au détecteur et à vue	quelques observations incertaines au détecteur et à vue	quelques observations incertaines au détecteur et à vue	quelques observations incertaines au détecteur et à vue	4 animaux au filet	animaux en gîte d'hibernation, planche et nichoir plat en bois
Murin de Brandt					-----	animaux isolés en nichoir plat en bois
Grand murin	-----	-----	-----	-----	-----	animal isolé dans un chalet
Sérotine de Nilsson	constat au détecteur	-----	-----	constat au détecteur	-----	petit gîte de reproduction
Oreillard roux	-----	-----	-----	-----	-----	animal isolé en nichoir (avant 1996)
Somme de toutes les espèces (toutes méthodes d'observation confondues)	3	1	2	4	3-4	6
Espèces avec gîte de reproduction	0	0	0	0	0	1
Effort de prospection	(+)	+	+	+	+	+

Forêt de tilleul à Lindental (Ammergebirge env. 980-1110 m) à l'ouest d'Oberammergau, Bavière (opérateur E. Kriner) – aire d'étude n°28

Une forêt mélangée riche en feuillus et favorisée par un climat doux a été étudiée dans l'Ammergebirge. Nous sommes surpris d'avoir eu si peu de résultats lors des contrôles et des captures au filet. Seules des pipistrelles de Nathusius et des murins de Brandt ont été contactés au détecteur d'ultrasons et par l'écoute des cris sociaux. La densité ne semblait pas être très élevée. En 1997, 3 séances de capture au filet et contrôles au détecteur ont été réalisés; des gîtes potentiels artificiels ont été recherchés.

Forêt d'altitude dans l'Estergebirge (env. 900-1100 m), à l'est de Garmisch-Partenkirchen, Bavière (opérateur A. Meschede) – aire d'étude n°29

Le massif forestier de l'Estergebirge est une forêt mélangée riche en feuillus typique des 1000 m d'altitude environ. Un gîte de mise bas de murin de Daubenton est connu dans une cavité d'arbre. Les contrôles au détecteur indiquent trois autres espèces. Deux séances de capture au filet et des contrôles au détecteur ont été réalisés en 1996 dans la forêt mélangée d'altitude, à la sortie des gorges du Finzbach avec son barrage, l'étang et la rivière au-dessus.

La forêt du Wetterstein (env. 1030-1170 m); à l'ouest de Mittenwaldd, Bavière (opérateur E. Kriner) – aire d'étude n°30

Cette forêt d'altitude est dominée par l'épicéa dans la région de Schachen au sud-ouest de Mittenwald à la frontière de l'Autriche. Trois espèces ont été capturées au filet: les murins de Daubenton et à moustaches, et la pipistrelle commune. On a réalisé 3 séances de captures au filet, des contrôles au détecteur et recherché des gîtes artificiels potentiels.

Le lac de Spitzing et la vallée de la Vallep en direction de la frontière autrichienne (env. 1000-1200 m) au sud de Tegernsee, Bavière (opérateur J. Holzhaider) - aire d'étude n°31

Le massif de forêt d'altitude est dominé par des pessières à plus de 90%. Au printemps 1996 on a installé 40 nichoirs plats en bois faits main, qui ont été contrôlés à plusieurs reprises en 1997 et 1998. En 1996 un murin de Brandt occupait un nichoir, puis en 1997 un murin à moustaches (chaque fois un mâle). Avant 1996, un agent forestier a trouvé une chauve-souris dans un ancien nichoir (probablement un oreillard roux). A proximité immédiate de la forêt se trouvent plusieurs chalets dans la vallée et sur les alpages. Des enquêtes et des contrôles

ont permis de trouver un gîte de mise bas de sérotine de Nilsson, d'obtenir plusieurs contacts de murins à moustaches et un de grand murin. Au-dessus du lac de Spitzing (altitude 1100 m) chassent régulièrement des murins de Daubenton. Dans cette région de montagne vivent donc au moins 6 espèces de chauves-souris.

Sur les neuf espèces identifiées dans la région des forêts de montagne on a trouvé un gîte de reproduction seulement avec quelques rares individus de sérotine de Nilsson. Ceci démontre les difficultés d'inventaire dans cette région, à cause de la topographie. La cartographie prend beaucoup plus de temps qu'en plaine. L'utilisation de la télémétrie, qui permet de trouver facilement des gîtes en plaine, ne peut donner des résultats en forêt d'altitude et dans toute la région des montagnes qu'au prix de grands efforts logistiques et humains. Cette technique n'a pas été employée dans cette partie du programme.

L'importance des forêts d'altitude et de leurs alentours comme habitat pour les chauves-souris

La plus grande partie des forêts d'altitude d'Allemagne se trouve dans les Alpes bavaroises et en Forêt Bavaroise, qui compte environ 250 000 ha (47% de la surface en montagne). Dans les Alpes bavaroises une grande partie des forêts d'altitude sont domaniales (54%), 36% sont privées et 10% sont sous tutelle publique (ministère bavarois pour l'alimentation, l'agriculture et la forêt). Une partie de ces forêts est caractérisée par une bonne structure et des associations d'essences proches du stade naturel. STUTZ (1989) et SPITZENBERGER (1993b) soulignent la grande importance des régions reculées avec leur agriculture extensive, et supposent qu'elles jouent un rôle d'espace refuge pour certaines espèces de chauves-souris, comme par exemple le petit rhinolophe.

Le Tableau 32 montre que presque toutes les espèces de chauves-souris autochtones peuvent être présentes en altitude. Au moins 6 espèces se reproduisent régulièrement dans ces régions d'Europe centrale et des Alpes du nord (v. HELVERSEN *et al.*, 1987; HOLZHAIDER, 1998; SPITZENBERGER, 1993a). Actuellement il ne semble pas exister de gîte de reproduction du petit rhinolophe dans les Alpes du nord à une altitude élevée. Lors des études réalisées dans le cadre du programme, 9 espèces ont pu être contactées en forêt d'altitude. Si l'on intègre les études de HOLZHAIDER (1998), ce nombre s'élève à 13 espèces pour la région des forêts d'altitude bavaroises. Les types d'habitats (en dehors de la forêt: alpages, rochers, etc.) occupent un rôle important dans l'habitat des chauves-souris. Certaines espèces n'apparaissent que de façon saisonnière. Pour certaines, telle la sérotine de Nilsson, et probablement la sérotine bicolore et la barbastelle, ces habitats sont peut-être vitaux. Ils permettent l'existence de ces espèces en dehors des espaces inadaptés en plaine.

La forêt de montagne représente au cours de l'année une partie importante de l'habitat des chauves-souris forestières.

Conclusions

Le maintien et la défense de la forêt d'altitude signifient tout d'abord l'optimisation des gîtes naturels pour la protection des chauves-souris. Les propositions pour la protection du pic à dos blanc (d'après RUGE, 1993) peuvent être retenues :

- maintien des vieux peuplements forestiers clairs d'altitude (par exemple forêt de hêtre-sapin-épicéa) d'au moins 50-100 ha. Les zones d'éboulis difficiles d'accès s'y prêtent tout particulièrement ;
- création d'une continuité forestière ;
- maintien des arbres atteints de descente de cime (hauteur moyenne 8 m, par exemple érable sycomore), qui sont très attractifs pour le pic à dos blanc.

Des interventions de maintien des arbres foudroyés, des chablis et des volis ont une grande importance pour améliorer l'offre des arbres à gîtes en fentes.

On obtient par des interventions forestières des peuplements irréguliers riches en structures, avec de petits espaces juxtaposés qui optimisent le biotope de chasse pour les chauves-souris, en utilisant de préférence des essences autochtones conformes aux stations. Une gestion jardinée convient particulièrement aux essences adaptées (sapin et hêtre), et correspond bien aussi au rôle de protection des forêts d'altitude (env. 60 % de la surface forestière des Alpes bavaroises). On obtient un potentiel supplémentaire d'habitats de chasse par la formation de lisières bien structurées et riches en feuillus le long des alpages. Selon SCHERZINGER (1996) des rapports stricts d'essences pour la forêt d'altitude tels que 45 % d'épicéa, 30 % de hêtre et 25 % de sycomore produiraient une composition qui ferait abstraction de la dynamique naturelle, en ne tenant pas compte du stade climax souhaitable pour la forêt d'altitude.

3.5.4. Types de gestion forestière et chauves-souris

Les types de gestion forestière suivants représentent de nos jours moins de 1 % des surfaces forestières gérées en Allemagne :

- **les forêts pacagées** représentent une combinaison entre exploitation agricole et forestière. Il n'y a que dans les

Alpes, dans des stations en haute altitude, qu'existent encore des surfaces notables de pacage forestier. Le concept de traitement par pacage se retrouve de nouveau au centre des préoccupations dans le cadre de la gestion moderne du paysage pour la protection de la nature. Les derniers restes de vieilles forêts pacagées se présentent comme des habitats adaptés à de nombreux insectes. A l'époque où des oiseaux tels que huppe, rollier et engoulevent étaient caractéristiques de ce type de paysage riche en insectes, des arbres géants offraient gîte et nourriture à plusieurs espèces de chauves-souris. Les parcs arborés urbains ont souvent aujourd'hui une structure et un intérêt semblable aux vieilles forêts pacagées ;

- les « **forêts énergie** » concernent des hybrides de peuplier dans des plaines alluviales. Cette nouvelle méthode est à la mode depuis quelques années. On y plante des boutures de peupliers et de saules. Le bois est exploité exclusivement pour produire de l'énergie et de la matière première industrielle et n'a pratiquement aucun intérêt d'habitat pour les chauves-souris ;
- le **taillis** profite de la capacité des feuillus à reprendre depuis la souche après la coupe. Suivant les objectifs de production (bois de feu, tanin, piquets de vigne, etc.) on traite en taillis différentes essences en rotations différentes (bois de feu 15-30 ans, tanin de chêne 12-20 ans, saules à vannerie 1-5 ans, etc.). Puisque les résineux reprennent mal de la souche, les taillis sont toujours feuillus. Après une exploitation à blanc en semestre hivernal, les souches pourvues de bonnes réserves rejettent vigoureusement au printemps et recouvrent au bout de la première période de végétation souvent déjà toute la parcelle. Un traitement plus jardiné avec récolte des tiges les plus fortes reste l'exception. La situation (courante) radicale de la coupe rase et la production rapide d'un grand nombre de jeunes pousses produisent un biotope qui offre des niches à de nombreux insectes qui sont rares dans le paysage de culture actuel. La richesse en insectes des taillis peut apporter au moins momentanément des territoires de chasse intéressants pour des chauves-souris. A l'exception d'éventuelles cavités par pourriture ou des fentes ou niches dans les vieilles souches, le taillis n'offre pratiquement pas de gîtes aux chauves-souris ;
- le **taillis sous futaie** est un traitement classique à deux étages. Il remonte à une gestion rurale médiévale. Au-dessus d'un taillis en sous-étage se trouve la futaie dont la densité dépend de l'objectif de production (p. ex. bois de feu ou bois d'œuvre). Le taillis sous futaie offre une large palette de structures car certains arbres deviennent relativement vieux. Mais dans des taillis sous futaie gérés dans les règles, l'offre en cavités d'arbres est relativement faible, car les arbres de réserve sont souvent caractérisés par une grande vigueur. Les taillis sous futaie encore existants aujourd'hui sont

souvent riches en cavité à cause du vieillissement excessif et de l'arrêt de l'exploitation traditionnelle. De par la méthode de traitement, les taillis sous futaie sont caractérisés par une forte influence de la lumière, base vitale pour de nombreuses espèces animales et végétales. Il faut considérer ce type de traitement comme bien plus favorable pour les chauves-souris que le taillis simple, car les vieux arbres de la futaie permettent la formation de gîtes. La production d'insectes est équivalente avec une offre en espèces-proies potentielles plus élevée. Les espèces de chauves-souris glaneuses devraient y trouver une offre alimentaire importante. L'espace libre en dessous des houppiers est riche en insectes accessibles aux chauves-souris à vol rapide. Le facteur limitant en taillis sous futaie est toutefois aussi probablement l'offre en gîte, car on récolte les arbres de la futaie en règle générale pour du bois de charpente ou d'ébénisterie, et on ne les laisse pas à la décomposition naturelle.

Le mode de gestion marquant pour la forêt et le paysage est la **futaie**. On régénère aujourd'hui 99 % des surfaces forestières gérées de cette façon. On caractérise la futaie selon deux méthodes principales de gestion: la **futaie régulière** et la **futaie jardinée**.

- Les **futaies jardinées** ne couvrent même pas 1 % de la surface forestière allemande totale. Les futaies jardinées sont caractérisées par la présence simultanée de toutes les classes d'âge et tailles d'arbres imbriquées les unes dans les autres sur une même surface. Le mélange typique de la forêt jardinée se compose de sapin, épicéa et hêtre. La tolérance de ces essences à l'ombre permet la régénération de jeunes arbres sous le couvert des strates supérieures. Le jardinage est en général lié à un pourcentage élevé de sapin résistant à l'ombrage. L'utilisation de ce traitement est en principe réservé à la zone de répartition du sapin dans les forêts d'altitude du sud de l'Allemagne. Le hêtre peut en général être considéré comme mélange écologique et fournisseur de bois de feu, car il ne donne que rarement de belles grumes sous ce traitement. Exceptionnellement on traite d'autres essences en jardiné (p. ex. forêts jardinées de pin). La rotation en futaie jardinée est nettement supérieure à la futaie régulière. Ceci est dû à une croissance bien plus lente en phase juvénile à l'abri des vieux arbres. Les diamètres d'exploitabilité sont souvent fixés à des valeurs supérieures, car les vieux arbres avec leur houppier long sont très vigoureux, et séniles plus tardivement. L'extraction individuelle des arbres mûrs répartis sur toute la surface provoque des trouées et petites clairières un peu partout. Le jardinage crée une forêt perpétuelle, dans laquelle coexistent simultanément toutes les phases d'âge. Puisque toutes les strates sont remplies avec

des arbres résistants à l'ombre, la futaie jardinée a une structure homogène dans son irrégularité. Les espèces végétales qui ont besoin de lumière ne peuvent pas survivre dans ces conditions.

Malgré son apparence proche d'un stade naturel, deux aspects peuvent être considérés comme étant artificiels:

- l'exclusivité des essences d'ombre;
- une extrême stabilité totalement artificielle, qui évite les états de catastrophe ainsi que leur cortège de stades de reconstitution et de succession naturelle.

Finalement l'objectif de production de la forêt jardinée est la production durable de bois d'œuvre de qualité. Les stades séniles et de décomposition qui représentent en forêt naturelle beaucoup d'espace n'existent pas.

La forêt jardinée n'a pas le même intérêt pour toutes les chauves-souris, car les exigences des différentes espèces divergent selon les habitats forestiers (voir chapitres des espèces 3.1 et 3.2). Les possibilités de gîtes sont plutôt rares, parce que les arbres anciens sont vigoureux et ont des houppiers particulièrement longs (branchages bas), et sont surtout des sapins ou épicéas. Le but de la production de gros bois ne peut être atteint que par la récolte d'arbres individuels dans leur stade de valeur. Généralement c'est un âge où la décomposition n'a pas commencé sous forme de cavités (gîtes potentiels à chauves-souris). La structure riche avec des trouées et l'abondance des strates d'arbustes et d'arbres est favorable pour des espèces glaneuses telles que le murin de Bechstein, le murin de Natterer et l'oreillard roux. Les espèces qui aiment chasser dans des trouées sur de petites surfaces disposent d'habitats adaptés. Par contre le grand murin ne trouvera en forêt jardinée que de petites surfaces de sol dégagé pour chasser des carabidés.

- Le type de gestion forestière le plus répandu en Allemagne est la **futaie régulière**. Ce traitement s'est développé peu à peu depuis l'exploitation arbre par arbre ou par groupes des siècles derniers. Il a mené à un certain éloignement des conditions naturelles. L'intention d'origine était l'adoption d'une gestion forestière durable.

Dans la gestion régulière on divise le massif en parcelles forestières. A l'intérieur d'une même parcelle, les peuplements sont relativement homogènes suite à un même traitement par des interventions forestières telles que régénération, dépressage, éclaircie, etc. Les différentes parcelles diffèrent par leur âge. Les interventions forestières se déroulent de manière indépendante les unes des autres dans les différentes parcelles.

Les peuplements forestiers créés ces dernières décennies sont souvent d'une constitution monotone. Après les traitements antérieurs par **coupe rase**, des méthodes

de régénération lente avec l'utilisation de processus naturels prennent de plus en plus d'importance depuis quelques années. Dans certaines régions cette méthode est devenue la règle. A côté des coupes rases, existent aussi les méthodes de **coupes d'abris** et de **trouées** avec leurs variantes (p. ex. coupe par bande) dans les méthodes de gestion régulière. Ces formes se rapprochent plus de la forêt naturelle que les coupes rases. Le niveau de proximité aux conditions naturelles d'une futaie régulière dépend beaucoup du choix des essences, de la surface des différents peuplements et des révolutions. Les forêts sont toutefois exploitées pour la production et s'écartent ainsi toujours plus ou moins de l'état naturel. Ce qui limite l'aspect naturel en forêt de production est la révolution courte, c'est-à-dire le raccourcissement de la durée de vie naturelle des arbres. Les révolutions se situent en forêt régulière autour de 100 ans pour l'épicéa et jusqu'à 250 ans pour le chêne. C'est à peu près 25 % de l'âge naturel que ces essences peuvent atteindre. Le processus naturel d'évolution se trouve donc raccourci de 75 % (voir aussi Tableau 36, chap. 4.2.1). Pour les chauves-souris, seuls les stades de vieillissement des arbres ont un intérêt pour les gîtes, quand des cavités commencent à se former. Il faut aussi imaginer que le stade du climax occuperait en forêt naturelle non seulement 75 % du temps, mais aussi 75 % de l'espace. Les méthodes de régénérations lentes permettent la formation momentanée de structures qui existent dans les stades du climax et de décomposition (p. ex. cavité dans des arbres), mais elles ne restent pas longtemps à disposition à cause de l'exploitation des vieux sujets.

Les révolutions courtes représentent non seulement le plus grand défaut pour l'aspect naturel de nos forêts, mais aussi en capacité d'accueil pour les chauves-souris. Pour la futaie régulière :

- plus l'essence (ou l'association d'essences) est naturelle sur la station considérée, plus le morcellement du peuplement est grand (il faut ici tenir compte de grandes différences entre les différentes associations végétales forestières et les régions d'Allemagne), et plus la révolution est élevée,
- plus la forêt se rapproche des conditions naturelles, plus elle devient apte à servir d'habitat aux chauves-souris.

La forêt régulière offre une palette d'habitats différents sur de petits espaces quand elle est traitée en coupe d'abris ou coupe par trouée. Nous présentons dans le chapitre 4.2 les possibilités d'amélioration par ces traitements des conditions d'accueil pour les chauves-souris.

3.5.5. Chauves-souris en forêt - résumé, conclusions

18 espèces de chauves-souris sur les 20 espèces présentes régulièrement en Allemagne ont été observées en 1996 et 1997 dans les 24 forêts étudiées (Tableaux 30, 31, 33). Six espèces ont été observées dans 6 régions à forêts d'altitude, 15 espèces dans 7 forêts alluviales et 15 espèces dans les autres forêts de plaine. Des gîtes de reproduction ont été découverts pour 10 espèces dans des nichoirs, des cavités d'arbres et derrière de l'écorce écartée, dont 6 espèces en forêt alluviale, une en forêt d'altitude et 9 dans les autres forêts. En règle générale on n'a pas trouvé dans la même forêt des gîtes de reproduction pour plus de 6 espèces de chauves-souris. Dans le cadre d'une thèse réalisée dans les Alpes bavaroises traitant de la présence de chauves-souris en zone d'altitude, le petit rhinolophe a été régulièrement observé dans une forêt de montagne (935 m) dans une grotte (HOLZHAIDER, 1998). Grâce à des travaux de télémétrie, on connaît maintenant quelle est l'utilisation du milieu forestier par les individus de la dernière colonie de reproduction de grand rhinolophe (HAMMER & MATT, 1996). Il n'existe pour la sérotine bicolore que des données anciennes de la Spreewald. Elle n'utilise probablement pratiquement pas la forêt comme territoire de chasse. Le murin des marais n'a été constaté qu'une seule fois par détecteur d'ultrasons dans les plaines rhénanes du nord badois. L'oreillard gris a été capturé dans la zone des forêts alluviales et il a déjà été signalé dans la région de la Spreewald. Le murin à oreilles échancrées n'avait été observé avant 1996 qu'une seule fois dans l'aire d'étude de la Forêt-Noire du sud (voir Tableau 30). Mais on capture régulièrement cette espèce devant des grottes situées entre 900 et 1300 m dans les Alpes bavaroises (HOLZHAIDER, 1998 ; Rudolph & Meschede, non publié). Pour les 20 espèces régulières en Allemagne et qui ont été traitées ici, l'utilisation de l'écosystème forestier sous une forme quelconque, habitat de gîte ou de chasse, est plus ou moins documentée. La Figure 8 récapitule tous les résultats des chapitres précédents, études bibliographiques comprises.

Si l'on veut évaluer la présence de chauves-souris dans les forêts, il faut d'abord se poser la question de l'existence de gîtes de reproduction. Les espèces dont les colonies s'établissent en forêt ont en général une plus grande affinité pour l'espace forestier comme territoire de chasse que les espèces anthropophiles. L'exception est ici le grand murin qui, comme on l'a constaté, n'élève ses petits qu'en dehors de gîtes arboricoles, mais tire au moins 75 % de son alimentation de la forêt. Le Tableau 34 donne un aperçu des espèces qui ont été observées d'une façon certaine ou très probable avec des gîtes de reproduction dans une des 24 aires d'étude.

Au premier rang se trouvent le murin de Daubenton et l'oreillard roux, suivis du murin de Brandt et de la noctule de Leisler. Les constats réguliers de murin de Daubenton

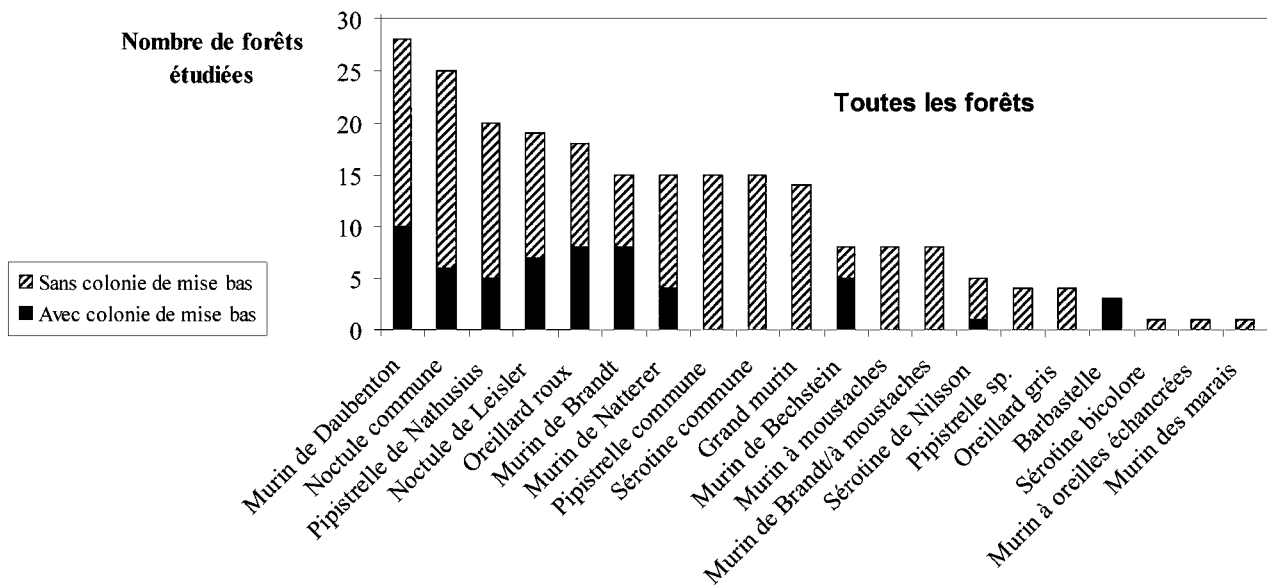


Fig. 8 : Observations de toutes les espèces de chauves-souris dans les 24 aires d'étude entre 1996 et 1998 et dans des études bibliographiques supplémentaires (voir aussi Tab. 30, 31, 33 ; en partie aussi des observations antérieures).

ont un rapport avec la facilité des observations pour cette espèce: on observe aisément son vol au-dessus de l'eau en forêt, et ses colonies sont découvertes relativement aisément grâce aux cris sociaux audibles. Mais ces observations soulignent surtout l'importance des forêts comme source de gîte pour le murin de Daubenton. La présence régulière de l'oreillard roux n'est pas surprenante, elle confirme seulement la supposition que cette espèce a une grande affinité pour la forêt. On découvre des gîtes de reproduction du murin de Brandt dans un quart des aires d'étude. Nous supposons que cette espèce a une attirance nette pour la forêt, ce qui permettrait de la distinguer au moins sur le plan de l'écologie de son espèce jumelle, le murin à moustaches. Le bon résultat des observations de noctule de Leisler est surprenant et intéressant. Son statut en Allemagne est difficile à estimer. Elle est inscrite dans la liste rouge allemande en catégorie «G» (menace probable, mais statut inconnu). L'importance des forêts comme source de gîte pour cette espèce est soulignée par des observations ou des soupçons fondés de gîtes de reproduction dans 20% des aires d'étude. Par contre la chauve-souris la plus «typiquement forestière», le murin de Bechstein, aurait dû être trouvé plus que trois fois. Il faut tenir compte de la difficulté variable de détection pour les espèces différentes: les noctules de Leisler sont plus faciles à découvrir que les murins de Bechstein avec leurs activités sociales audibles, leurs cris de sonar bien perceptibles par le détecteur d'ultrasons et leur vol relativement facile à observer. Seuls la capture au filet ou le contrôle de nichoirs sont des méthodes fiables pour le murin de Bechstein. Deux barbastelles ont été décou-

vertes dans des nichoirs plats. Il y a des soupçons de gîte de reproduction après la capture d'une femelle allaitante dans une autre région. Ces observations et les résultats de la télémétrie (chap. 3.1 «La barbastelle») confirment l'hypothèse d'un rôle très important de la forêt dans la vie de cette espèce de chauve-souris très rare en Allemagne et hautement menacée (Liste rouge Allemagne 1: menacé d'extinction).

Quand on oppose les découvertes de simple présence aux découvertes de gîtes de reproduction (Tableau 34), on a une représentation un peu différente: les quatre espèces constatées le plus souvent sont ainsi le murin de Daubenton, les noctules commune et de Leisler, ainsi que la pipistrelle de Nathusius. L'abondance du murin de Daubenton se recouvre avec les découvertes des gîtes de reproduction et s'explique surtout par la facilité d'observation. Ceci est vrai aussi pour les espèces de noctules. Les nombreux constats s'expliquent aussi par leur caractère d'espèces migratrices. Ceci vaut également pour la pipistrelle de Nathusius. Lors des phases de migration, on trouve ces espèces régulièrement en grand nombre dans des nichoirs, et surtout dans les forêts alluviales. Ce résultat confirme la grande importance de ce type de forêt comme lieu de repos et de gîte.

Nous n'avons pas encore analysé en détail l'absence de certaines espèces dans des forêts ou des types forestiers, où l'on s'attendait à les trouver d'après les connaissances actuelles. Le murin de Bechstein, le murin de Natterer et l'oreillard roux en sont des exemples. On ne découvre que rarement ces trois espèces dans les forêts alluviales,

Tableau 34: Espèces de chauves-souris observées dans les 24 forêts étudiées.

sGR = sans constat de gîte de reproduction, aGR = avec constat de gîte de reproduction ou avec soupçon fondé de présence de gîte de reproduction.

Espèce	Forêts autres qu'alluviales et de montagne (n = 11)		Forêts alluviales (n = 7)		Forêts de montagne (n = 6)		Total forêts (n = 24)		Σ
	sGR	aGR	sGR	aGR	sGR	aGR	sGR	aGR	
Murin de Daubenton	3	5	5	2	4	---	12	7	19
Oreillard roux	1	6	2	1	1	---	4	7	11
Murin de Brandt	1	3	1	3	---	---	2	6	8
Noctule de Leisler	7	3	2	2	---	---	9	5	14
Murin de Natterer	2	4	3	---	---	---	5	4	9
Murin de Bechstein	1	3	1	---	---	---	2	3	5
Barbastelle	---	1	---	2	---	---	---	3	3
Noctule commune	8	1	6	1	1	---	15	2	17
Sérotine de Nilsson	2	---	---	---	2	1	4	1	5
Pipistrelle de Nathusius	5	1	7	---	1	---	13	1	14
Grand murin	6	---	2	---	---	---	8	---	8
Murin à moustaches	2	---	---	---	---	---	2	---	2
Murin à moustaches ou de Brandt	3	---	1	---	6	---	10	---	10
Murin à oreilles échancrées	1	---	---	---	---	---	1	---	1
Sérotine commune	6	---	5	---	---	---	11	---	11
Pipistrelle commune	7	---	5	---	---	---	12	---	12
Pipistrelle commune ou de Nathusius	1	---	1	---	2	---	4	---	4
Sérotine bicolore	---	---	1	---	---	---	1	---	1
Oreillard gris	---	---	2	---	---	---	2	---	2
Murin des marais	---	---	1	---	---	---	1	---	1
Nombre d'espèces (sur 20 en Allemagne)	14	9	14	6	6	1	17	10	18

et on n'a pu y découvrir un gîte de reproduction que pour l'oreillard roux. Basé sur la richesse structurelle de ces forêts, on s'attendait à trouver des conditions optimales pour ces espèces que l'on compte parmi les glaneuses parce qu'elles ramassent leurs proies sur le substrat. Ces espèces ne deviennent pas non plus « visibles » par l'emploi de nichoirs en opposition à la pipistrelle de Nathusius ou la noctule de Leisler. Pour le moment nous pouvons seulement spéculer sur les causes de l'absence de ces espèces. Dans les peupleraies des plaines du nord badois elle pourrait s'expliquer par l'absence de gîtes, mais non dans les autres forêts alluviales, sur l'Isar par exemple. Il est possible que l'offre en gîte soit tellement importante

dans cette région que l'on ne trouve jamais des animaux dans des nichoirs, et que dans l'autre région, le manque en gîte soit déjà si ancien que l'installation de nichoirs ne pourra pas ramener des animaux qui ont quitté la région depuis longtemps. Les étendues souvent déjà réduites des forêts alluviales peuvent être une autre explication. Des facteurs climatiques tels que le brouillard pourraient être pris en considération lors de recherches futures. L'offre alimentaire ne devrait pas être un facteur limitant dans les forêts alluviales. La quasi-absence du grand murin peut s'expliquer par sa stratégie de chasse (absence de sol nu).

En forêt d'altitude les trois espèces les plus abondantes sont le murin de Brandt (ou à moustaches), le murin de Daubenton et la sérotine de Nilsson. Il n'y a que pour cette dernière espèce que l'on a pu découvrir un gîte de reproduction dans une fente dans un chalet. Les difficultés techniques de la réalisation d'inventaires en montagne, où on ne trouve généralement pas de nichoirs, ont empêché jusqu'alors que des recherches intensives soient menées. Cela n'empêche pas que la forêt d'altitude et ses régions aient une importance aussi grande pour certaines espèces que les forêts de plaine. Cette estimation est soulignée par la découverte d'au moins six espèces de chauves-souris lors d'études sommaires.

Le résultat d'un questionnaire aux directions forestières de toute l'Allemagne, même s'il n'est pas directement comparable, est tout de même intéressant. Un petit texte d'information a été adressé aux directions de tous les länder avec la demande de les transférer, voire éditer, dans les feuilles d'information internes. Nous avons directement reçu des offices ou districts 23 retours (<3 % de tous les offices forestiers allemands). En dehors d'informations sans indications de lieux ou renvois à des experts, on nous a communiqué les présences concrètes des 11 espèces suivantes (par ordre d'importance): noctule commune 4x, murin de Natterer 4x, murin de Bechstein 3x, oreillard roux 3x, grand murin 3x, murin de Daubenton 3x, pipistrelle commune 3x, murin de Brandt 2x, pipistrelle de Nathusius 2x, noctule de Leisler 1x, murin à moustaches 1x, murin de Brandt ou à moustaches (non défini) 1x, sérotine commune 1x et murin des marais 1x.

Conclusions

Le fait que les forêts présentent une forte structuration semble être un facteur déterminant pour la diversité faunistique et vaut aussi pour les chauves-souris.

La disponibilité, voire la masse en proies qui dépend étroitement de la pénétration de la lumière dans une forêt, joue aussi un rôle important : la vie des insectes est favorisée dans des forêts ensoleillées et claires. Dans le cortège des phases naturelles d'évolution des forêts, les phases du début et de la fin développent la diversité d'espèces la plus riche (trouée de chablis, phase dégénérative et de vieillesse). La forêt jardinée avec son peuplement fortement structuré, riche en vieux bois et en ombrage profond, n'est pas précisément le biotope optimal pour ces espèces qui dépendent des systèmes à trouées forestières.

Comme pour toutes les espèces, il est vrai aussi pour les chauves-souris que la composition des espèces change en forêt avec les phases d'évolution.

On ne peut pas associer d'une façon univoque des peuplements de chauves-souris à des types de peuplements forestiers.

Les principaux objectifs pour rendre les biotopes forestiers favorables aux chauves-souris sont (développements supplémentaires voir chap. 4.2) :

- choix des essences autochtones en mélange naturel en adaptation à la station ;
- reconstruction à longue échéance des peuplements résineux purs en forêts mélangées ou en forêts mélangées à dominante feuillue ;
- mode de gestion changeant, par exemple jardiné là où les essences le permettent, acceptation de l'évolution naturelle après chablis ou récolte, abandon d'une partie des vieux bois, suivi des dynamiques naturelles ; permettre des changements dans la composition en essences des peuplements ;
- enrichissement des forêts en eau, lisières forestières, chemins riches en fleurs, clairières, etc.

3.6. QUINTESENCE

3.6.1. Forêt et milieu ouvert

D'après les résultats obtenus dans le cadre du projet, il faut prêter une attention encore plus grande aux liens qui existent entre le biotope forestier et son environnement. Les liens et imbrications fortes et de toutes natures entre le paysage environnant et la forêt peuvent jouer un rôle déterminant dans la présence des chauves-souris. Ceci s'illustre d'une façon remarquable dans l'étude sur le murin de Brandt en Basse-Saxe (aire d'étude n°3 ; Dense & Rahmel *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Les animaux étudiés exploitaient la forêt comme site à gîte et chassaient au moins en certaines saisons surtout dans le paysage bocager et les tourbières autour de la forêt.

La protection des chauves-souris ne doit pas se limiter au secteur « forêt ». Elle doit inclure l'ensemble du paysage, en conséquence de quoi il faut exiger :

- de relier la forêt aux structures du paysage ouvert, telles que haies, bocages, boisements de talus, bois champêtres, groupes d'arbustes, ruisseaux avec leurs bourrelets boisés, fossés, étangs, lisières forestières étagées, allées, vergers, alignements d'arbres fruitiers, etc. ;
- de maintenir absolument ces structures quand elles relient des parcelles boisées isolées, et de les reconstituer là où elles ont disparu. Presque toutes les espèces

de chauves-souris utilisent ces éléments du paysage comme habitat de chasse surtout et comme structure de navigation ;

- de maintenir ou créer des structures le long des lisières intérieures, des chemins et des laies dans la forêt, ce qui favorise la présence de fleurs et donc d'insectes.

Nous avons encore de grandes lacunes sur ces sujets. Par exemple nous ne savons pas encore jusqu'à quelle distance des îlots forestiers, donc des parcelles forestières entourées d'espaces ouverts sans structures, peuvent être colonisés par des chauves-souris. C'est-à-dire, nous ignorons jusqu'à quelle distance les animaux traversent des terrains ouverts. Les espèces liées à des structures, telles que le murin de Bechstein, le murin de Natterer, le murin à oreilles échancrées et les oreillards pourraient avoir des problèmes d'orientation à survoler des espaces sans structures. Ces espèces aux cris de sonar relativement faibles et adaptés à une haute définition dans des broussailles n'ont qu'une portée d'environ 5 m (BAAGØE, 1987 ; NEUWEILER, 1993), en opposition aux noctules, qui reconnaissent probablement des obstacles jusqu'à 50 m sans problème. Il semble essentiel pour les espèces à vol lent de suivre des structures telles que des haies pour aller d'un endroit à un autre. ENTWHISTLE *et al.* (1996) ont trouvé par exemple que l'oreillard roux accepte apparemment des parcours longs entre deux territoires de chasse, quand il peut suivre des haies. La chasse pendant le vol lors d'un changement de territoire limite les dépenses d'énergie. Nous disposons d'observations similaires pour le murin de Brandt dans le Hasbruch (voir aussi Dense & Rahmel *in* MESCHÉDE *et al.*, 2002).

La colonisation d'une forêt dépend donc probablement non seulement de son offre en gîte et nourriture, mais aussi beaucoup des structures qui guident les chauves-souris depuis le paysage ouvert. Ces structures favorisent en plus les insectes dans l'environnement plus ou moins proche des gîtes forestiers. Des travaux de télémétrie sur le murin de Natterer dans le Brandebourg ont montré que la forêt joue un rôle central pour le gîte, mais comme territoire de chasse elle ne devient intéressante qu'à partir de la fin de l'été et en automne (HEINZE, 1998). Les murins de Natterer chassaient au printemps et en été surtout dans l'environnement richement structuré de la Paulinenaue, par exemple dans la végétation au-dessus des cours d'eau et dans un vieux domaine agricole.

Pour toutes les espèces, plus la forêt est reliée par des éléments tels que haies, alignements d'arbres, arbres isolés, etc. avec le paysage environnant, et plus l'intérieur de la forêt est riche en structures, plus la probabilité est forte que les chauves-souris dont les colonies se trouvent en dehors de la forêt incluent les lisières intérieures et extérieures et le peuplement même de la forêt dans leur territoire de chasse.

3.6.2. L'utilisation de la forêt par des chauves-souris - résumé

Le terme « chauve-souris forestière »

Les chapitres précédents nous ont montré que peu d'espèces exploitent la forêt comme domaine vital **exclusif**. La plupart d'entre elles peuvent fréquenter des structures de végétation arborées, en dehors du milieu forestier au sens strict. Certaines concentrent même leur activité en dehors de la forêt, quand le paysage ouvert offre des structures suffisamment variées (haies, broussailles, eau, possibilités de gîtes) ; c'est le cas par exemple de la pipistrelle commune et de la sérotine commune. Il faut donc utiliser le terme « chauve-souris forestière » avec précaution. La plupart des espèces forestières exploitent aussi les paysages de cultures et d'habitations, et inversement. Il est plus juste de parler de capacités différentes à utiliser la forêt. Des essais de quantification (par estimation) de l'exploitation de la forêt par des chauves-souris doivent être menés notamment en rapport avec leur forte mobilité. Si on limite le terme « chauve-souris forestière » à une utilisation de la forêt d'au moins 80 %, il ne reste que peu d'espèces correspondant à la définition (p. ex. murin de Bechstein, oreillard et barbastelle). D'autres animaux, tels que la martre et la salamandre, sont définis comme « espèce forestière » par l'intensité d'utilisation de cet habitat.

Les informations données dans les chapitres 3.1 & 3.5 peuvent être résumés ainsi : il est très difficile de préconiser des actions de gestion ciblées sur une espèce particulière. Il existe bien sûr des interventions de protection spécifiques pour des espèces très menacées, mais elles concernent en général des reliquats de populations. La dernière population reproductrice de grands rhinolophes connue en Allemagne devrait en toute logique faire l'objet d'une protection et également d'interventions orientées vers l'optimisation et l'élargissement des territoires de chasse. Mais en règle générale, il faut orienter la protection des chauves-souris vers des mesures générales de conservation des écosystèmes, en se basant sur des espèces témoins, comme le grand murin ou le murin de Bechstein.

Les Figures 9 et 10 récapitulent les résultats sur l'utilisation des gîtes et des habitats de chasse en forêt, par les 20 espèces qui sont régulièrement présentes en Allemagne. Ces données ne peuvent être cumulées, car il faut prendre en considération l'exploitation des deux ressources « gîte » et « alimentation » séparées l'une de l'autre.

On remarque aussi le faible niveau de connaissances sur certaines espèces de chauves-souris. Les lacunes sont indiquées par un point d'interrogation. Les valeurs reportées dans les colonnes ne sont pas des pourcentages précis, mais doivent être considérés comme des estimations,

proches d'appréciations telles que «bas», «moyen» et «élevé». Par exemple les murins de Bechstein, noctules communes et noctules de Leisler utilisent plus de cavités d'arbres que les murins de Natterer et les oreillard roux, pour lesquels on connaît des gîtes de reproduction en

bâtiments. Il faut comprendre ces figures comme l'approche d'une classification générale des chauves-souris autochtones. Dans l'avenir d'autres résultats de recherches et l'accroissement des connaissances les modifieront certainement.

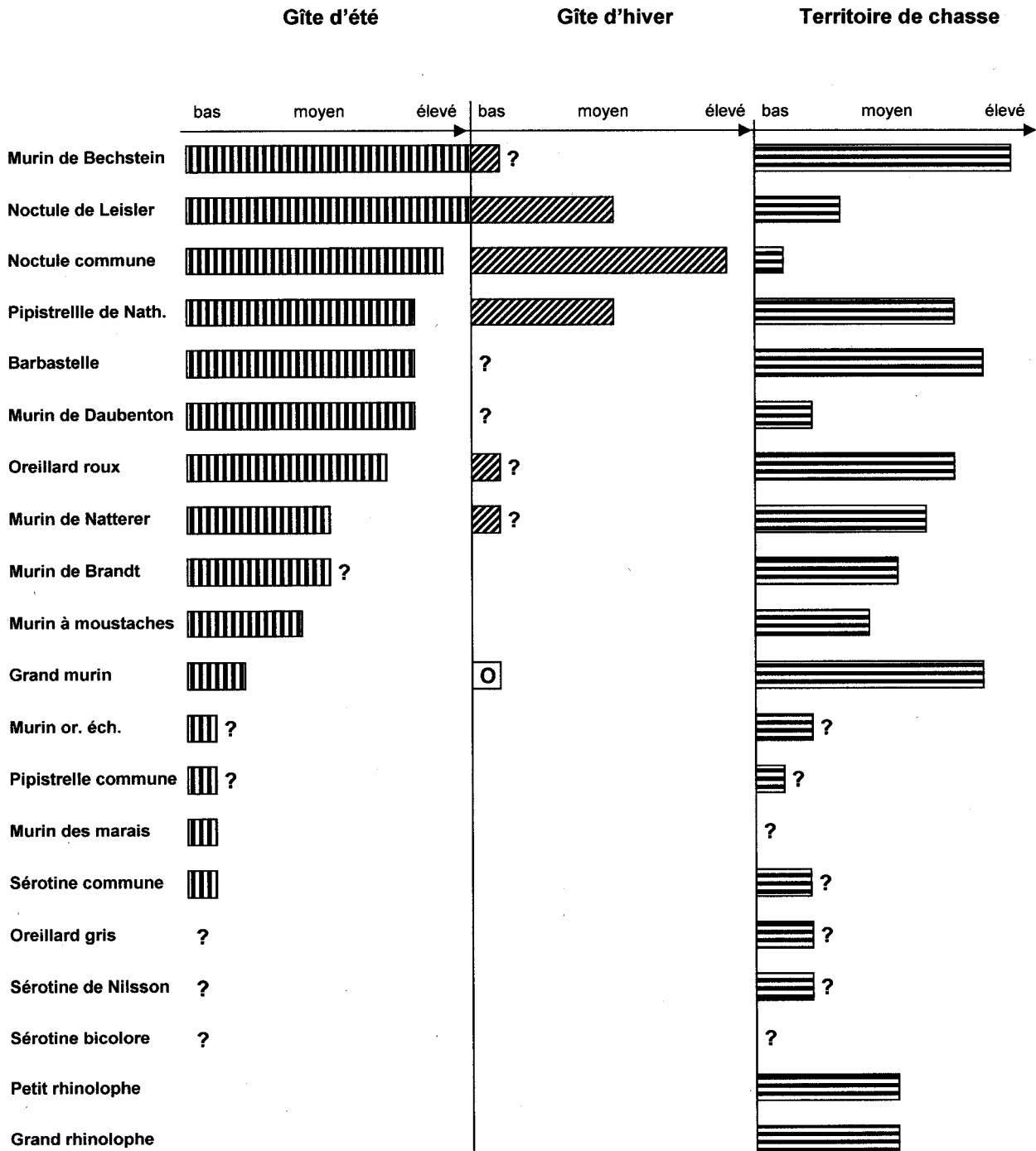


Fig. 9 : Estimation de l'exploitation du gîte et du territoire de chasse dans l'habitat forestier en Allemagne ; ? = connaissances lacunaires ; ordre des espèces par utilisation décroissante de gîtes en forêt en été ; O = occasionnel.

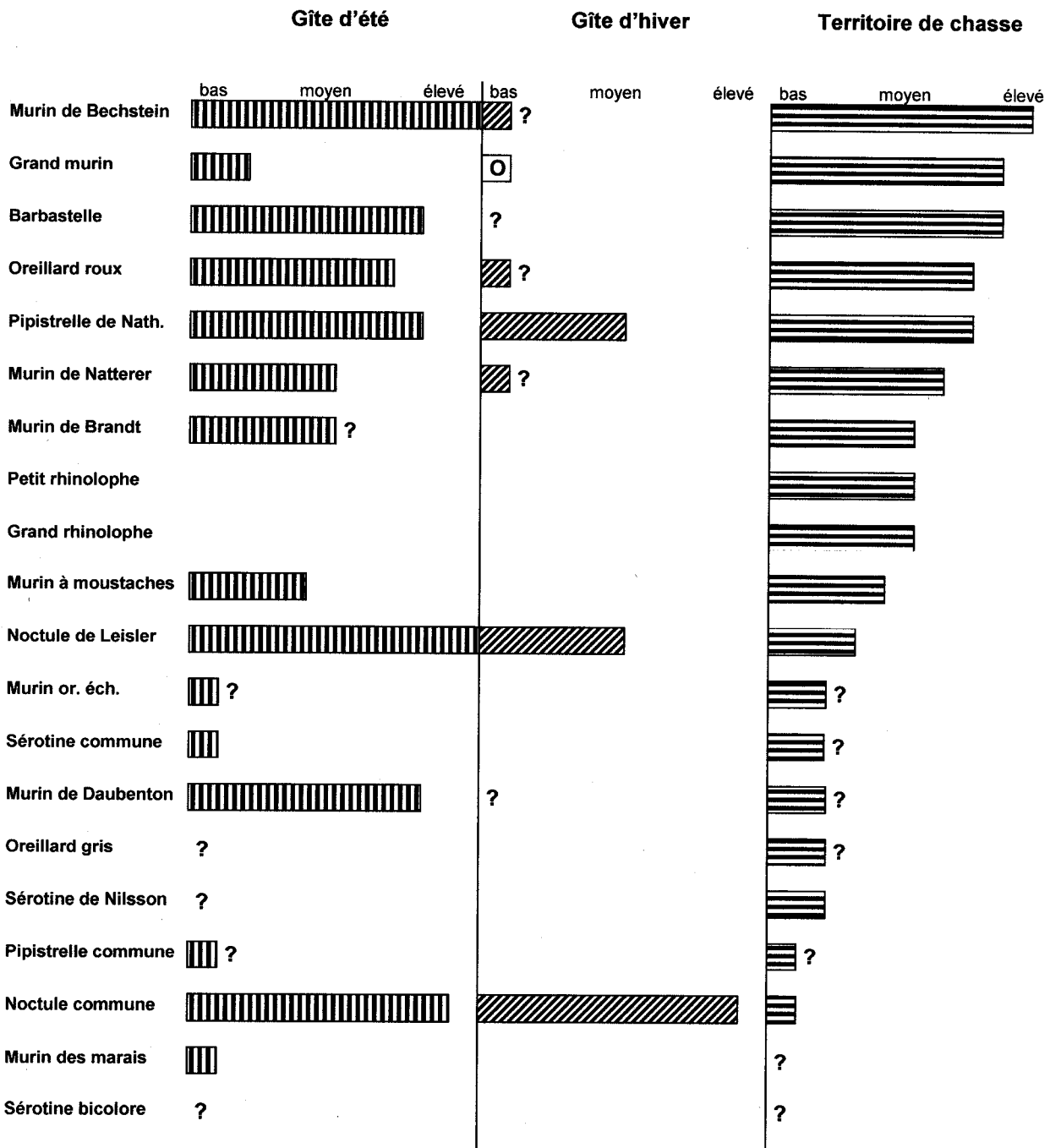


Fig. 10 : Estimation de l'exploitation du gîte et du territoire de chasse dans l'habitat forestier en Allemagne; ? = connaissances lacunaires ; ordre des espèces par utilisation décroissante de la forêt comme terrain de chasse ; O = occasionnel.

L'importance de la forêt en tant qu'habitat à chiroptères

Il faut considérer la forêt en relation avec le paysage environnant (voir chap. 3.6.1). Elle remplit tout au long de l'année une fonction propre dans le cycle biologique d'une chauve-souris. Cette fonction peut être définie dans l'espace ou dans le temps et/ou d'une façon écologique, et pour chaque espèce différemment.

La présentation de la fonction de lieu de gîte d'une part, et de biotope de chasse d'autre part, a été tentée dans les Figures 9 et 10. On peut trouver l'intensité de l'utilisation de la forêt pour chaque espèce dans les chapitres 3.1 et 3.2.

4. CHAUVES-SOURIS ET GESTION FORESTIÈRE

4.1. LA SYLVICULTURE EN ALLEMAGNE

Le respect des objectifs de protection de la nature, et dans ce cas les objectifs de la protection des chauves-souris, peut être réalisé parallèlement à trois niveaux différents de la gestion forestière :

La planification à grande échelle

Il faut tenir compte des exigences des chauves-souris vis-à-vis de leur environnement dès la phase de planification, et inclure des objectifs et besoins de la protection des chauves-souris pour intégrer des notions de protection des espèces et du biotope sur toute la surface gérée. Dans le contexte de la gestion forestière il faut en particulier réclamer des plans de gestion, dans lesquels on peut recommander la réalisation de la cartographie des cavités d'arbres, voire aller jusqu'à fixer des objectifs des taux de bois vieux et morts (voir à ce sujet chap. 4.2).

Le district

L'application des mesures de protection au niveau des offices des forêts doit permettre de responsabiliser les exploitants des surfaces forestières. Ils devront faire en sorte que l'écosystème des chauves-souris soit maintenu, rétabli ou optimisé. Le point principal est l'action en faveur du vieux bois par le rallongement des révolutions, voire l'augmentation des diamètres « d'exploitabilité » (voir à ce sujet chap. 4.2).

Le peuplement

Au niveau le plus bas se situe la réalisation des interventions directes de protection, par exemple l'entretien des gîtes artificiels et la définition de zones de protection (voir à ce sujet chap. 4.2.1, 4.3 et 4.4).

4.1.1. Sylviculture dans les länder fédéraux

Les 10,7 millions d'ha de forêts recouvrent environ un tiers de la surface allemande, avec une légère tendance à l'augmentation. L'Allemagne était probablement boisée à plus de 90 % avant les débuts de l'exploitation. Seules des stations extrêmes (p. ex. rochers) ont toujours été déboisées. La composition en essences des forêts d'Europe centrale est un sujet de désaccord. On défend aussi bien la thèse d'une forêt mélangée feuillue dominée par

le hêtre que celle d'après laquelle le hêtre s'est installé en Europe centrale il y a environ 7000 ans, après les défrichements effectués par l'homme (KÜSTER, 1998).

Il y a environ 2000 ans, un quart de la surface boisée était déjà défrichée. Des défrichements de grande envergure ont commencé avec l'augmentation de la population humaine au Moyen Age vers l'an 800. Les différentes formes de traitement tels que taillis, taillis sous futaie et forêt pacagée sont apparus à l'époque. Les défrichements illimités ont repoussé les forêts primaires sur quelques refuges périphériques jusqu'à sa disparition totale. La forêt était déjà réduite à sa surface actuelle vers 1500. Les 70 % restant se répartissent en 44 % de cultures, et des surfaces vouées à la circulation et l'urbanisme. Les 30 % de surface boisée sont au premier plan dans le présent projet. Plus de 95 % de cette surface sert à la production de bois sous forme de futaie. Cette même surface sert aussi de refuge pour beaucoup d'espèces animales et végétales. Moins de 2 % des forêts gérées sont des forêts jardinées. Pour 4 % des surfaces forestières s'applique la protection des parcs nationaux et réserves de biosphères d'après le droit rural (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1997, 1998).

La sylviculture réglementée n'existe que depuis 200 ans seulement ; favorisant l'aménagement équié, elle a éloigné l'apparence d'une partie de nos forêts de leur aspect naturel. Il y a déjà 100 ans, Karl GAYER (« la forêt mélangée », 1886), avant-gardiste de la gestion forestière, attaquait l'aménagement éloigné de l'état naturel. La seconde moitié du XIX^e siècle a vu apparaître l'enseignement d'une gestion forestière « proche de la nature ».

A peu près un tiers de la surface forestière de l'Allemagne est de la forêt domaniale, une petite moitié (46 %) est privée, et les derniers 20 % sont des forêts communales ou d'autres collectivités territoriales. Il y a environ 450 000 propriétaires forestiers de plus d'un ha (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1998). Les résultats du présent projet de recherche s'adressent donc à un public relativement vaste en Allemagne.

Au plus tard après les tempêtes du printemps 1990, la gestion des forêts publiques a été repensée dans chaque land fédéral. De nouveaux programmes et directives ont été développés et soumis aux notions de la gestion proche de la nature. Nous présentons les contenus les plus importants des programmes et directives des länder fédéraux (Tableau 35), et nous les évaluons rapidement dans l'esprit de la protection des chauves-souris présenté dans le Chap. 3. Dans cet aperçu, nous avons aussi résumé la législation forestière des länder de la confédération pour la protection de la nature allemande « Sylviculture en Allemagne » (NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND 1996a).

Tableau 35 : Gestion forestière dans les Länder fédéraux - récapitulatif.

Nous ne tenons pas compte de la ville hanséatique de Brème qui n'a pas de part forestière notable; abréviations des länder voir Fig.1. Autant que possible, les données de l'inventaire forestier fédéral '86-'90 ont aussi été employées. --- = donnée manquante.

Sources:

- BW : gestion forestière « proche de la nature » 1992/93
- BY : gestion forestière « proche de la nature »; bases pour une gestion forestière proche de la nature (situation 1997) 1990/93
- B : 1994 directives de gestion forestières berlinoises
- BB : 1993 programme forestier du land
- HH : 1991 directives cadre de gestion forestière
- HE : 1993/94 gestion forestière « proche de la nature »
- MV : 1992 gestion forestière « proche de la nature »
- NI : 1991 développement forestier écologique long terme (LÖWE)
- NW : 1992/94 Wald 2000 - gestion forestière écologique
- RP : 1993/95 gestion forestière « proche de la nature »
- SL : 1992 gestion forestière « proche de la nature », 1998 directives pour la gestion de la forêt domaniale (projet)
- SN : 1993 gestion forestière « proche de la nature »
- ST : 1993 directives cadres de gestion forestière, 1997 directive forêt, 1998 programme forestier du land
- SH : 1991 directive pour l'évolution de la forêt et de sa gestion
- TH : 1992 gestion forestière « proche de la nature »
- Fédération : 1995 gestion forestière dans les forêts fédérales

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	BW	BY	B
Part forestière de la surface du land (%)	38	36	20
Part forestière de plus de 100 ans (%)	24	17	---
Part feuillue (%)	35	25	60
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	19	12	---
Abandon de coupes rases	En grande partie abandonné; jusqu'à 1 ha libre	Pas de restrictions	Abandon complet
Abandon de pesticides	Abandon d'herbicides	En grande partie abandonné	En grande partie abandonné
Réserves en bois morts visées	1-2%	---	5-10 arbres/ha; marquage durable des réserves vivaces
Révolutions visées en années, voire Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	Epicéa 90-140 ans sapin 130-180 ans pin 120-180 ans hêtre 130-170 ans chêne 150-300 ans	Epicéa (sapin) - H5 pin (Mélèze) - L3a hêtre - L4 chêne - L4	Chêne 200 ans ou 55 cm/1,3 m pin 140 ans ou 45 cm/1,3 m bouleau 50 ans ou 30 cm/1,3 m hêtre 140 ans ou 50 cm/1,3 m érable 100 ans ou 40 cm/1,3 m aulne 80 ans ou 35 cm/1,3 m
Peuplements mélangés structurés	Création, maintien	Encouragé sur petite surface	Encouragé
Lisières	Création	Création, entretien	---
Choix des essences	Autochtones; mais plantation d'essences exotiques autorisées	Adapté à la station; base essences autochtones; exotiques en participation	Essences adaptées à la station et la flore

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	BW	BY	B
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	Grand tétras, gélinotte des bois, chouette de Tengmalm, pics, pigeon colombin	Exploitation limitée autour des nids des espèces menacées en été	Protection des arbres à cavités et nids (aussi trous de pic); abandon de travaux forestiers dans un périmètre de 100-200 m autour des nids de rapaces et hérons entre le 1.2 et 31.7
Programme particulier de protection des chauves-souris	Nichoirs	En forêt domaniale depuis des dizaines d'années, installation et suivi des nichoirs	---
Autres	Objectif: 2% de la surface forestière en zone protégée	Modes de gestion par trouées ou jardinées autant que possible	Gestion arbre par arbre

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	BB	HH	HE
Part forestière de la surface du land (%)	34	4	41
Part forestière de plus de 100 ans (%)	11	---	29
Part feuillue (%)	15	---	49
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	3 % augmentation de forêt feuillue, 30 % augmentation forêt mélangée	---	8
Abandon de coupes rases	A partir de 3 ha	Largement abandonné	Largement abandonné
Abandon de pesticides	Le moins possible	En principe abandonné	Utilisation réduite
Réserves en bois morts visées	Autant qu'écologiquement nécessaire et économiquement acceptable	---	10 % des arbres
Révolutions visées en années, ou Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	---	Fixation d'un diamètre d'exploitabilité plutôt que l'âge; révolution aussi élevée que possible, mais exploitation avant la perte de la valeur du bois par l'action des insectes ou champignons	Chênaies 180-240 ans hêtraies 140-180 ans pessières 80-120 ans pinèdes 140-160 ans
Peuplements mélangés structurés	A favoriser	A favoriser	A favoriser
Lisières	Aménagement	Création, maintien, à favoriser	Développement
Choix des essences	---	Suivant cartographie de stations; avantager les feuillus	Essences adaptées aux stations
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	Protection des nids	Respect des besoins de protection des espèces et des biotopes sur tous les espaces; éventuellement maintien d'espaces libres et flots de vieux bois d'après plan	Grand tétras, tétras lyre, gélinotte des bois, faucon pèlerin, fourmis, castor

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	BB	HH	HE
Programme particulier de protection des chauves-souris	---	---	Oui (sans autre spécification)
Autres	---	Coupes par trouées ou surfaces jardinées, « abandon » de mesure inutiles	---

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	MV	NI	NW
Part forestière de la surface du land (%)	23	23	26
Part forestière de plus de 100 ans (%)	14	17	15
Part feuillue (%)	35	37	48
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	21	27	7
Abandon de coupes rases	Libre jusque 2 ha	Largement abandonné	Libre jusque 3 ha
Abandon de pesticides	Seulement des herbicides ou insecticides peu nuisibles pour l'environnement en cas exceptionnels	Largement abandonné	Abandon avec des exceptions
Réserves en bois morts visées	---	5 arbres/ha	4-5 arbres/ha ; conseillé : jusqu'à 10 gros arbres/ha dans des forêts feuillues de plus de 120 ans
Révolutions visées en années, voire Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	Pin 135 ans mélèze 100 ans épicéa 80 ans douglas 90 ans chêne 180 ans hêtre 160 ans autres feuillus 100 ans aulne 80 ans peuplier 30 ans bouleau 70 ans	Chêne 240 ans hêtre 140-160 ans épicéa 100-180 ans pin 120-160 ans	---
Peuplements mélangés structurés	Aménagement	Aménagement, à favoriser	Aménagement
Lisières	Aménagement, entretien	Aménagement, entretien	Développement
Choix des essences	Essences adaptées aux stations ; essences non autochtones autorisées	---	---
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	Zones protégées autour des nids d'oiseaux rares ; maintien par principe des arbres à trous de pic ; maintien autant que possible des flots de vieux bois dans de jeunes peuplements ; maintien de prairies forestières	Protection des nids	---

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	MV	NI	NW
Programme particulier de protection des chauves-souris	Dans le cadre de la lutte contre des nuisibles installation de nichoirs et maintien des gîtes à chauves-souris en forêts résineuses	---	---
Autres	Localement éventuellement réduction des installations de drainage	---	Objectif: mettre sous protection 9% de la surface forestière

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	RP	SL	SN
Part forestière de la surface du land (%)	41	35	27
Part forestière de plus de 100 ans (%)	20	18	11
Part feuillue (%)	50	70	21
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	---	29	---
Abandon de coupes rases	En principe abandonné	Libre jusqu'à 2 ha	Libre jusqu'à 2 ha
Abandon de pesticides	De préférence sans chimie	Interdiction d'emploi de produits chimiques sur de grandes étendues	---
Réserves en bois morts visées	3-5 arbres/ha	5 % des réserves de bois	---
Révolutions visées en années, voire Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	Chêne 50-60 cm/1,3 m hêtre 50-60 cm/1,3 m épicéa/sapin 40-50 cm/1,3 m douglas 60-80 cm/1,3 m pin 50-60 cm/1,3 m mélèze 50-60 cm/1,3 m	Hêtre 60-70 cm/1,3 m chêne 60-70 cm/1,3 m frêne 55-60 cm/1,3 m érable 55-60 cm/1,3 m merisier 45-50 cm/1,3 m tilleul 50-60 cm/1,3 m autre feuillus précieux 50-60 cm/1,3 m charme 45 cm/1,3m bouleau 45 cm/1,3m épicéa 40 cm/1,3 m pin 60 cm/1,3 m mélèze 65 cm/1,3 m	---
Peuplements mélangés structurés	Amélioration structurelle forestière	A favoriser	Création
Lisières	Aménagement, entretien	Entretien des structures	Aménagement
Choix des essences	Essences adaptées aux stations	---	---

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	RP	SL	SN
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	Maintien de vieux arbres, groupes d'arbres, parts de bois morts	« la force et dynamique des procédés naturels excluent par principe des programmes de protection d'espèces » ; exclure de l'exploitation un nombre suffisant d'arbres à cavités ou nids, ainsi que tous les arbres de mauvaise ou moyenne qualité ; exclure des biotopes particuliers d'après la cartographie des biotopes forestiers et appliquer un statut de protection et la gestion avec des objectifs de protection de la nature	
Programme particulier de protection des chauves-souris	---	---	---
Autres	---	« Abandon » d'interventions inutiles	---

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	ST	SH	TH
Part forestière de la surface du land (%)	21	10	32
Part forestière de plus de 100 ans (%)	19	16	---
Part feuillue (%)	31	53	32
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	23	---	10
Abandon de coupes rases	Libres jusqu'à 4 ha ; coupes rases dans des cas exceptionnels	En principe évité	Largement abandonné
Abandon de pesticides	Seulement herbicides et insecticides peu nuisibles pour l'environnement	En principe abandonné avec exceptions	Seulement exceptions fondées
Réserves en bois morts visées	2-3 % du total des réserves ou 3-4 arbres/ha bois morts couchés en supplément	---	---
Révolutions visées en années, voire Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	Chêne 175-220 ans ou 60 cm/1,3 m pin 120-160 ans	Diamètre d'exploitabilité plutôt qu'âge	Epicéa 120 ans pin 100-130 ans mélèze 100-130 ans douglas 100-130 ans chêne 180-260 ans hêtre 130-180 ans
Peuplements mélangés structurés	Aménagement	---	Aménagement
Lisières	Maintien, entretien, création ; maintien d'arbres morts et de vieux arbres candidats	Aménagement, entretien	Création, aménagement, entretien ; 5 m pour reboisement spontané

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	ST	SH	TH
Choix des essences	Conforme aux stations après étude	Conforme aux stations avec préférence des essences autochtones	Conforme aux stations sur la base des études forestières des stations
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	Il faut appliquer les mesures de protection de la nature sur toute la surface forestière, maintenir des biotopes spéciaux; maintien d'îlots de vieux bois (0,1-0,5 ha); marquage des arbres à nids ou cavités; maintien de volis ou chablis	---	---
Programme particulier de protection des chauves-souris	---	---	---
Autres	Maintien de formes d'exploitations historiques; objectif jusqu'à 2007: 7,5% des surfaces productives du Land	---	---

Données relevant de la protection de la nature dans les directives et programmes de gestion forestière	Allemagne
Part forestière de la surface du pays (%)	4
Part forestière de plus de 100 ans (%)	---
Part feuillue (%)	---
Augmentation de la part feuillue recherchée en %	---
Abandon de coupes rases	Libre jusqu'à 0,5 ha
Abandon de pesticides	Largement abandonné
Réserves en bois morts visées	---
Révolutions visées en années, ou Ø d'exploitabilité en cm à 1,3 m	Hêtre 45-70 (60) cm/1,3 m chêne, chêne rouvre 55-75 (65) cm/1,3 m frêne 60-70 (65) cm/1,3 m tilleul, érable 45-60 (50) cm/1,3 m merisier, aulne, alisier 40-50 (45) cm/1,3 m bouleau 30-40 (35) cm/1,3 m épicéa, sapin 35-55 (45) cm/1,3 m pin 40-60 (50) cm/1,3 m douglas 55-80 (70) cm/1,3 m mélèze 55-65 (60) cm/1,3 m
Peuplements mélangés structurés	Aménagement de forêts durables riches en structures
Lisières	Aménagement comme passages et liaisons entre biotopes; maintien des arbres remarquables, à nids, vieilles réserves décroissantes, candidats à bois mort
Choix des essences	Essences autochtones de station d'après la flore naturelle potentielle
Programmes particuliers de protection d'espèces et interventions pour la protection de biotopes et espèces	---
Programme particulier de protection des chauves-souris	---
Autres	Pas d'ordre et propreté exagérée; réduction des systèmes de drainage plus utilisés

Aujourd'hui environ 44 % de la surface forestière allemande est couverte de futaies résineuses régulières, 13 % de futaies feuillues régulières, et le reste se divise en forêts mélangées avec différents taux feuillus/résineux. Les feuillus couvrent environ un tiers de la surface totale et les résineux environ deux tiers.

Evaluation récapitulative des interventions sylvicoles du point de vue de la protection des chauves-souris

- Aucune administration forestière de land ne soutient de programme spécifique d'aide aux espèces de chauves-souris, tels qu'ils existent par exemple pour les grands tétras, tétras lyres, gélinottes des bois, certaines espèces de pics et de strigiformes (chouettes et hiboux), les pigeons colomblins, les cigognes noires et certains rapaces. Ceci pourrait pourtant se justifier pour des espèces telles que le murin de Bechstein, le grand murin, la pipistrelle de Nathusius, la barbastelle et la noctule de Leisler, dont les populations dépendent beaucoup de la forêt et de sa gestion.
- La part des peuplements de plus de 100 ans n'est que de 15 %, de plus de 120 ans de 7,4 %, et de 160 ans et plus de près de 1 %. Pour créer un réseau régional avec des parcelles qui offrent suffisamment de gîtes, le taux des peuplements de plus de 120 ans n'est pas suffisant. Il faudrait le relever au moins à 15-20 % à long terme.
- Au sujet de l'« augmentation des taux de bois morts » les programmes des länder de Berlin, de Hesse et de Rhénanie-Westphalie contiennent de bonnes démarches : Berlin propose le maintien de 5-10 **vieux arbres vigoureux** par ha et leur marquage, la Rhénanie-Westphalie conseille aussi de maintenir jusqu'à 10 gros arbres par ha dans des peuplements feuillus de plus de 120 ans, et en Hesse le concept prévoit le maintien de 10 % de tous les types d'arbres. En admettant, pour un peuplement âgé, une densité de 100 arbres/ha, ce taux correspond aussi à 10 arbres/ha. Ces chiffres recouvrent les recommandations proposées d'après les déductions des exigences en gîtes des chauves-souris (voir chap. 3.3.1 et 4.2.1). Nous regrettons seulement l'absence du maintien d'arbres blessés plus petits (p. ex. par chablis, blessure mécanique, cerf). Nous trouvons une démarche dans ce sens dans les directives du Saxe-Anhalt (maintien des bois cassés debout ou couchés, p. ex. volis).
- Le rallongement général des révolutions, respectivement le passage aux diamètres d'exploitabilité, correspond théoriquement dans beaucoup de cas aux valeurs exigées pour la protection des chauves-souris. La gestion par diamètres d'exploitabilité correspond mieux à l'objectif d'offrir pour un certain laps de temps un arbre-gîte potentiel, que la gestion par révolution.
- Les saisons de protection, durant lesquelles on n'a pas le droit d'exécuter des interventions forestières dans un certain rayon autour des nids, ne se pratiquent que pour les rapaces (à Berlin p. ex. du 1.2 au 31.7). Il faudrait transférer ces règles aux arbres à chauves-souris qui sont connus pour héberger des grosses colonies (gîtes de reproduction et gîtes d'hibernation). Ces arbres devraient rester protégés entre le 1^{er} mai et le 31 août pour les gîtes de reproduction, et entre le 1.10 et le 31.3 pour les gîtes d'hibernation.
- Le soutien, la création et l'entretien des lisières forestières sont souhaitables, car ils augmentent l'offre en insectes, et ce sont des territoires potentiels de chasse, tout particulièrement pour les rhinolophes, qui y pratiquent une « chasse au guet ». Le maintien d'arbres vieux et morts en lisière forestière préconisé en Saxe-Anhalt est favorable pour la protection des chauves-souris.
- L'abandon des équipements de drainage dans le programme forestier de Mecklembourg-Poméranie occidentale pourrait avantager surtout les populations estivales (groupes de reproduction) de pipistrelles de Nathusius.
- Par principe nous accueillons favorablement l'abandon ou la forte réduction des coupes rases fixés dans la plupart des programmes. Des coupes rases de 2, 3 ou 4 ha sont admises sans autorisation dans certains länder (p. ex. Mecklembourg-Poméranie occidentale, Saxe, Rhénanie-Westphalie, Saxe-Anhalt) ; en Bavière il n'y a pas de restriction. Des trouées de 0,5-1 ha de surface sont utilisées par certaines espèces de chauves-souris (p. ex. les noctules de Leisler) pour la chasse. Ce n'est que sur des surfaces plus importantes que peut se développer une offre riche en insectes (offre en proies). Des espaces ouverts dans la forêt sont à considérer favorablement du point de vue de la protection des chauves-souris.
- La constitution de forêts mélangées riches en structures doit être accueillie en principe favorablement, mais il ne faut pas oublier non plus les forêts-cathédrales avec leur sol dégagé dans les zones de répartition du grand murin.
- Hambourg et la Saar utilisent la formule de l'abandon des interventions inutiles. Il s'agit de faire plus confiance à la capacité de la forêt à se faire elle-même. Ceci est favorable pour la plupart des espèces de chauves-souris par l'enrichissement des structures en forêt.
- Dans les travaux de planification forestière, il est prévu par certains länder dans le cadre de la cartographie des biotopes forestiers de relever des parcelles à valeur écologique, mais non de cartographier de petites structures. Mais la cartographie des arbres à cavités, par exemple dans des peuplements âgés sélectionnés, a une grande importance pour une protection des chauves-souris réussie en forêt.

Les programmes de sylviculture des länder contiennent en partie des démarches théoriquement utilisables pour une application dans la protection des chauves-souris (particulièrement la protection des arbres à pics et à cavités). Il est important, pour une protection effective, d'appliquer ces principes d'une façon conséquente et de les contrôler.

4.1.2. Les possibilités d'aide pour le propriétaire forestier privé

D'après le paragraphe 41 de la loi forestière fédérale, la sylviculture doit recevoir des aides publiques pour remplir les fonctions de production, de protection et de repos. Les länder fédéraux prévoient dans les directives correspondantes des subventions pour la forêt privée et communale. Elles sont prévues pour assurer les fonctions de production, protection et repos de la forêt, ainsi que pour améliorer les conditions de production, de travail et de commercialisation pour la sylviculture. Les subventions sont prévues pour des interventions qui sont nécessaires dans le cadre d'une sylviculture régulière. Les subventions diffèrent en ce qui concerne la dénomination des interventions, on n'en fera donc pas de présentation comparative. Les aides concernent surtout des **interventions sylvicoles** qui portent, entre autres, sur (extrait) :

- reboisement primaire avec des essences adaptées à la station (en partie aussi par reboisement naturel); reboisements feuillus et mélangés;
- interventions pour l'adoption d'une gestion proche de la nature suite aux chablis, casses et autres catastrophes naturelles telles qu'incendies; par exemple conversion de peuplements équiens en peuplements mélangés stables conformes aux stations;
- amélioration par engrais (entre autre reboisement primaire);
- introduction d'essences rares;
- entretiens de plantations et peuplements (y compris régénération naturelle, surveillance pendant les 5 premières années);
- prévention et lutte contre les dégâts dus aux insectes;
- destruction de certaines espèces d'insectes nuisibles, par exemple par écorçage et insecticides;
- actions de protection avec des insectes et des oiseaux;
- interventions prophylactiques contre chablis et incendies;
- contrôle et lutte contre des insectes nuisibles par phéromones;

- nettoyage et reconstitution des parcelles sinistrées (chablis, insectes, incendies);
- interventions pour l'infrastructure forestière fine (par exemple cloisonnements adaptés aux tracteurs forestiers);
- aides aux constructions de pistes forestières;
- interventions après des dégâts forestiers de type nouveau ou sinistres conséquents surtout aux dégâts de type nouveau (pollutions atmosphériques);
- débardage soigné et sylviculture à l'aide par exemple de chevaux.

Les interventions subventionnées, dont l'application sert concrètement des objectifs de protection sont intéressantes pour la protection des chauves-souris, comme par exemple :

- création de lisières forestières et champêtres conformes aux stations;
- maintien et entretien de formes de traitements forestiers historiques (taillis, taillis sous futaie, forêts pacagées);
- interventions spécifiques de protection d'espèces et de biotopes, voire protection d'espaces naturels et de paysages, tels que
 - création de zones humides,
 - entretien de cours d'eau, voire création et entretien des abords végétaux des plans ou cours d'eau,
 - protection de petits mammifères et oiseaux,
 - entretien de paysage et biotope,
 - maintien d'arbres à nids ou cavités,
 - installation de nichoirs artificiels, en particulier à oiseaux et chauves-souris,
 - création de zones naturelles adaptées de retenues d'eau, notamment par le comblement de drains,
 - interventions de renaturalisation; réduction de drainages anciens,
 - entretien de parcelles ouvertes en forêt, par exemple fauchage des prairies forestières.

Les interventions de protection de la nature qui visent directement la protection des chauves-souris ne sont aidées par les directives des administrations forestières que dans certains länder fédéraux. Il est souhaitable d'une part que ces mesures soient étendues à tous les länder, et d'autre part que le propriétaire privé reçoive de l'Etat des compensations financières sur d'autres points, par exemple :

- maintien et sauvetage d'espaces vitaux pour le monde animal et végétal sauvage, protection et aide aux populations d'espèces animales et végétales menacées;

- paiement de compensation pour non-exploitation durable d'arbres gîtes de chauves-souris ;
- compensation pour des propriétaires forestiers pour la mise à disposition de peuplements à l'exemple des aides aux jachères dans l'agriculture.

4.1.3. Concepts de protection forestière

Les associations de protection de la nature ont présenté durant les 20 dernières années des concepts et programmes souvent élaborés en collaboration avec les administrations forestières, en référence aux principes d'une gestion forestière proche de la nature élaborée par l'association « Sylviculture proche de la Nature » (ANW = Prosylva). Ils ont pour but de guider la sylviculture allemande vers des méthodes ramenant la forêt à un état plus naturel. Ci-dessous nous résumons quatre concepts et nous terminons par une brève évaluation du point de vue de la protection des chauves-souris sur la base des résultats du présent rapport.

NABU-concept pour une gestion forestière naturelle et une forêt permanente proche d'un état naturel (NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND, 1996a) :

En référence aux principes de gestion de l'ANW, le NABU a établi un concept forestier pour la forêt de production en Allemagne d'après cinq principes.

1. Le principe de forêt permanente : les forêts seront gérées sans coupes rases et amenées à des peuplements irréguliers richement structurés. Une strate plus ou moins continue de houppiers, qui présente des petites trouées par la mort ou la récolte d'arbres isolés ou groupés, est présente partout. Ces interventions sont réalisées sur le quart de la surface totale. On évite des interventions dans la strate dominante qui créent des trouées d'un diamètre supérieur à une longueur d'arbre. L'abri durable par la strate supérieure ne doit pas être interrompu totalement ou d'une façon importante, il ne faut pas passer en dessous d'un tiers d'un couvert complet. Les meilleurs arbres peuvent mûrir, le moment de la récolte sera défini par le diamètre d'exploitabilité et non pas par l'âge.

2. Le principe de la forêt mélangée : la gestion forestière recherche des mélanges avec des essences variées et plutôt autochtones pour la station. Le mélange des essences obéit à 5 principes pour les forêts de production proches de la nature :

- au moins 50 % du peuplement est composé d'essences de production autochtones pour la station ;

- les essences étrangères aux stations en mélange sont tolérées à un maximum de 30 % et seulement sur des stations adaptées ;
- la régénération naturelle d'arbustes, essences pionnières et non productives, doit être maintenue et intégrée lors des phases d'évolution forestière dans le peuplement mélangé ;
- les arbres et arbustes autochtones rares doivent être favorisés et protégés par entretien ;
- la régulation des mélanges lors des interventions régulières d'entretien doit assurer et favoriser peu à peu la conversion des peuplements étrangers à la station vers des peuplements mélangés proches de l'état naturel.

3. La préférence de la régénération naturelle : pour sauvegarder les populations autochtones génétiquement adaptées à la station, on donne la préférence à la régénération naturelle par rapport au semis et la plantation. On sauvegarde du même coup la diversité génétique.

4. Absence de produits chimiques : on n'utilise par principe aucun pesticide et engrais, mais les « nuisibles » s'autorégulent lors de l'aménagement de forêts mélangées.

5. L'emploi de techniques douces : les travaux et techniques employés s'adaptent aux besoins de la protection du sol, du respect des hommes, de la forêt et de l'économie d'énergie.

D'autres exigences du concept NABU :

- Protection et production de vieux bois et de bois morts : au moins 5 % des réserves en bois dans toutes les forêts domaniales (en forêt privée 1 %) ; il faut protéger les arbres morts de plus de 30 cm de diamètre à 1,3 m ; les arbres avec des fonctions particulières pour des espèces cavicoles sont à marquer et à exposer aux processus naturels de vieillissement et de mort (p. ex. arbres à cavités, arbres creux, arbres morts debout, etc.).
- Protection des phases pionnières naturelles en forêt : abandonner totalement ou partiellement à la succession naturelle des trouées de tempêtes ou d'incendies, exclure par principe de toute plantation des parcelles de moins de 1 ha ; laisser évoluer par succession naturelle au moins 20 % des surfaces (mais au moins 1 ha) sur les parcelles plus grandes ; abandonner au moins 10 % des gros bois chablis après des tempêtes dans des peuplements feuillus ou des peuplements mélangés feuillus-résineux.
- Création d'un système de zones forestières protégées sur l'étendue fédérale : à côté des définitions de

parcs nationaux forestiers (5 sont proposés, dont un, le Hainich, est dorénavant défini), il faut aménager un réseau de réserves naturelles forestières de 200-2000 ha (forêts à exploitation réduite ou interdite avec des statuts légaux) sans exploitation forestière en forêt domaniale sur 5 % de la surface forestière allemande (concept: forêts vierges de demain). Il faut donc délimiter au moins 30 réserves naturelles forestières d'une envergure européenne ou nationale avec des superficies de 2000 ha chacune. En plus il faut intégrer dans ce réseau de nombreux sites naturels protégés d'une importance nationale à régionale.

Déclaration de la position du BN: Forêt, gestion forestière et protection de la nature (BN = Fédération pour la protection de la nature en Bavière 1994):

Le BN exige, d'après les principes de l'ANW (extrait):

- la conversion des forêts régulières en forêts permanentes et exploitation arbre par arbre d'après le modèle jardiné; interdiction de la coupe rase et des systèmes équivalents;
- que les peuplements soient composés avec des essences autochtones à la station, à cause du rôle primordial de la fonction protectrice surtout en forêt de montagne;
- que la récolte d'arbres vieux et gros et la régénération à long terme se fassent avec des techniques douces (jardinée ou par trouée);
- le recensement du taux de l'aspect naturel et de la dynamique prévisible par peuplement lors de l'établissement du plan de gestion dans des forêts publiques;
- l'augmentation des surfaces de réserves naturelles à une moyenne de 100 ha par zone, et la définition d'autres réserves naturelles;
- la protection et l'interdiction de coupe rase pour toutes les forêts alluviales restantes;
- l'entretien extensif de toutes les stations particulières non forestières dans la forêt, par exemple lignes électriques, prairies forestières, terres agricoles, abandon de l'exploitation intensive des terres afin de permettre l'alimentation du gibier;
- une stratégie bois mort: laisser comme arbres-biotope et bois morts sous forme d'arbres aussi gros que possibles au moins 2 % des réserves de bois dans des forêts de production et en propriété publique et 10 % dans les réserves naturelle gérées;
- le maintien des forêts pacagées de chêne comme zones de réserve naturelle;
- l'interdiction de la conversion des taillis et taillis sous futaies de toutes catégories de propriété en peuplement résineux, si possible (bois de feu) maintien des modes de traitement historiques, éventuellement transformation en futaies feuillues mélangées bien structurées;
- une aide aux lisières forestières;
- une réduction des systèmes de drainage et une restructuration des stations à eau stagnante en forêt;
- le respect de la protection des espèces lors des interventions forestières: pas de travaux sylvicoles entre le 15.4. et le 30.6. (saison de mise bas et de couvée) ni sur le territoire des oiseaux menacés pendant la saison de reproduction; élaboration d'un concept de protection des oiseaux pour la forêt domaniale.

La déclaration contient en plus des indications au sujet de la charge en pollution atmosphérique, l'introduction d'essences étrangères, la chasse, les infrastructures forestières, la mécanisation, l'utilisation de biocides et engrais, l'augmentation des surfaces forestières, leur diminution par défrichement et la forêt repos.

Greenpeace Allemagne: gestion forestière proche de la nature en Europe centrale (STURM 1993, 1994)

Les idées essentielles de ce concept sur la sylviculture durable s'organisent autour des concepts d'observation, de processus protégés et d'abandon d'interventions, voire d'acceptation de phases et de structures d'évolution. Cela signifie l'adaptation de la gestion forestière aux processus naturels. A cette fin il faut définir des zones de référence laissées à leur évolution, où les observations apportent des indications et bases pour une «gestion naturelle» des forêts. Les exigences fondamentales sont:

- pas d'utilisation d'engrais artificiels ou de pesticides;
- surfaces déboisées accidentelles seulement mais non initiées, abandon des interventions d'exploitations qui créent des conditions de coupe rase, donc exploitation arbre par arbre ou par groupes (jardinée ou par paquet), pour maintenir en gros la strate des houppiers;
- aucune conversion de forêts naturelles en plantations et forêts régulières;
- aucune intervention de drainage;
- âge de récolte plus avancé, techniques de récolte douce;
- un taux minimum des arbres doit atteindre la limite physiologique d'âge et augmenter la part de bois mort dans les forêts gérées.

Il n'y a pas de création absolue de diversité élevée dans le cadre de la protection des processus naturels. L'objectif est plutôt de protéger la mosaïque très variée de la succession typique due au hasard des différentes associations forestières, de protéger les espèces présentes et de ne pas les perturber profondément lors de l'exploitation

forestière. Les forêts de référence doivent représenter au moins 10 % de la surface, les différentes zones doivent avoir au moins 25 ha. Le concept de protection du processus doit être réalisé sur toute la surface. On conseille une division en trois niveaux d'intensité :

Niveau 1 : Parcelles forestières pas ou peu gérées sans interventions directes.

Niveau 2 : Tous les écosystèmes secondaires forestiers relativement naturels et d'une grande sensibilité, avec au maximum une intervention de récolte sélective de bois par décennie avec enlèvement de moins de 5 % des réserves/intervention et une densité de pistes inférieure si possible à 5 mètres linéaires par hectare (ml/ha).

Niveau 3 : Toutes les autres parcelles forestières avec des objectifs de gestion orientés par rapport aux parcelles de référence

- pas plus de deux interventions de récolte de bois par décennie, avec des trouées inférieures à une longueur d'arbre de l'essence dominante ;
- enlèvement maximal de 30 % des réserves par récolte, et moins de 15 % à long terme ;
- densité de pistes de moins de 25 ml/ha, engager éventuellement sa réduction ;
- les réserves des peuplements doivent correspondre à au moins 80 % des réserves de la parcelle de forêt naturelle de référence ;
- la part du bois mort des forêts gérées doit se développer à au moins 80 % des quantités constatées en forêt naturelle et vierge ; on conseille d'accepter sur 5 % de la surface forestière la limite basse en bois morts constatée en forêt vierge (10 % des réserves) ;
- composition d'essences aussi proche de l'état naturel que possible ;
- maintien des successions naturelles et de la diversité d'essences adaptées des associations végétales forestières ;
- accepter des facteurs de dérangement des événements naturels tels qu'incendie et chablis ;
- refuser la recherche de structures statiques des peuplements par travaux de sylviculture ;
- maintien de microstructures.

Programme des îlots de vieux bois de la Hesse (STEIN, 1978, 1981 ; KEIL, 1981)

Un concept qui a été développé dans les années 70 prévoit de choisir des hêtraies de 0,5-3 (max. 5) ha, et de les définir comme îlots de vieux bois. Au moment de leur définition elles doivent avoir au moins 140 ans, être composées surtout de hêtres et produire une couverture

entre 70-80 % (max. 90 %). Des arbres à pic doivent être présents. L'objectif recherché est de repousser autant que possible le terme de l'exploitation. Des prélèvements sont interdits autant sous forme d'éclaircies que sous forme de coupes d'arbres isolés. Leur exploitation est autorisée quand 30 % des réserves se décomposent, voire meurent lors de catastrophes naturelles soudaines, et quand il faut craindre la décomposition du restant du peuplement. Dans ce cas il faut définir des zones de remplacement, pour maintenir un réseau de protection du biotope à longue échéance. Les îlots de vieux bois doivent être marqués et être intégrés dans les zones de protection de biotope lors du prochain plan de gestion. L'espèce clé est le pic noir. Seules des parcelles d'une bonne croissance sont concernées, pour avoir des arbres qui atteignent les diamètres et hauteurs nécessaires pour permettre l'apparition des trous de pics. Quand on souhaite définir un tel îlot dans un peuplement plus important, il faut choisir de préférence la partie sud-ouest, car c'est là que l'on trouve les conditions climatiques les plus favorables, avec la meilleure lisière.

Evaluation des concepts, déclarations de positions et programmes du point de vue de la protection des chauves-souris

Les idées et principes présentés s'accordent sur les sujets et contenus centraux, tels que l'augmentation du taux feuillu, la dérégularisation des peuplements, l'augmentation des parts de bois morts, etc. Il faut tout d'abord dire que les exigences listées représentent un gain substantiel pour la protection des chauves-souris en termes de besoins des chauves-souris envers leur habitat forestier, mais certains points ne sont pas observés d'une façon suffisamment différenciée. Les facteurs importants pour la protection des chauves-souris sont touchés par exemple par le type de peuplement et la stratégie du bois mort : **l'aménagement de peuplements mélangés** favorise bien la plupart des espèces de chauves-souris, mais il ne faut pas oublier l'importance d'espaces dégagés plus grands (p. ex. pour les espèces de noctules), ainsi que des espaces à sol dégagé (p. ex. pour le grand murin). Une **réserve de bois mort** de 2 % dans un peuplement mûr dans une forêt gérée avec environ 100 arbres/ha correspond à 2 arbres. Les réserves naturelles gérées correspondraient à 10 arbres mûrs. D'après les résultats présentés dans les chapitres 3.3.1 et 4.2.1, le nombre optimal de gîtes à chauves-souris se situe entre 7 et 10 vieux arbres potentiels, qui restent en place jusqu'à leur décomposition, mais au moins pendant un certain temps au-delà de leur exploitabilité. Le taux de bois mort exigé dans la déclaration du BN est suffisant pour des réserves naturelles sous condition qu'il comprenne aussi du vieux bois encore vivant dans la catégorie bois mort, mais il n'est pas suffisant pour la forêt de production. L'exigence de 5 % dans le concept du NABU se trouve en limite

basse. Bien que le taux de 1 % soit déjà un succès en forêt privée, il faudrait l'augmenter à au moins 3 % par des subventions publiques. L'exigence de STURM (1993) de ne jamais exploiter un vieux peuplement complètement, mais d'abandonner toujours 10 % des arbres à leur destin, de préférence par groupe, mais aussi individuellement, est approchée par un point du programme de Hesse sur les îlots de vieux bois, qui accepte une exploitation de peuplements âgés sous certaines conditions. Du point de vue de la protection des chauves-souris ce n'est pas favorable, car les gîtes vont s'établir de préférence dans des vieux peuplements en phase de dégradation souvent pendant plusieurs années. On ne peut substituer à une perte brusque de ces peuplements que des peuplements équivalents dans un environnement proche. D'après les informations présentes à propos de la sylviculture en Hesse, on suit le principe d'exclure 10 % de tous les arbres de l'exploitation en contradiction avec le programme des îlots de vieux bois, ce qui correspond à la proposition de Sturm.

La déclaration BN demande l'abandon des interventions de sylviculture entre mi-avril et fin juin. Au moins dans des peuplements où l'on connaît des gîtes de reproduction de chauves-souris, il faudrait éviter des interventions gênantes dans un périmètre restreint autour des gîtes jusqu'à mi-juillet.

Finalement, il faut dire encore une fois que les concepts du NABU, BN et Greenpeace apportent aussi des bases utilisables et utiles pour la protection des chauves-souris.

4.2. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR UNE GESTION FORESTIÈRE EN FAVEUR DE LA PROTECTION DES CHAUVES-SOURIS

Ce chapitre se propose de présenter des possibilités d'accorder une offre d'habitat pour des chauves-souris avec la gestion forestière. Pour le dire autrement: Protection des chauves-souris par la gestion forestière: comment y arriver?

Par où doivent commencer les interventions de protection et d'aide?

Les interventions de protection et d'aide s'orientent vers les besoins fondamentaux des espèces. Ils visent les exigences en gîte, alimentation et espace.

Dans la mesure de nos capacités, nous avons rassemblé, dans les chapitres précédents ces exigences pour les différentes espèces de chauves-souris à partir de la littérature et des résultats nouveaux de ce projet. Les interventions pour le soutien des populations de chauves-souris en forêt doivent englober toutes les phases de vie, donc autant les phases d'été, que celles d'accouplement et d'hibernation.

Les efforts de protection des chauves-souris peuvent être fournis parallèlement par plusieurs voies. Ils ne devraient pas se limiter à quelques espèces, mais concerner toutes les chauves-souris en tant que groupe d'espèces. Des interventions qui visent le maintien et l'augmentation de l'offre en gîte pour l'été et l'hiver doivent s'accorder avec des interventions qui optimisent la situation alimentaire. L'objet de la protection est, à côté de l'individu, le groupe de reproduction, donc le gîte de mise bas. Pour assurer le maintien des populations de chauves-souris, les exigences en espaces et en gîtes des individus sont aussi importantes que celles des colonies. Nous pouvons maintenant quantifier les exigences minimales en gîtes et espaces pour certaines espèces. Les données correspondantes peuvent être trouvées dans le Tableau 29.

4.2.1. Exigences en gîtes

L'âge des arbres

La plus grande partie de la surface forestière allemande est consacrée à la production de bois. En conséquence les arbres sont convertis en argent et récoltés à leur « meilleur » âge, avant que leur croissance en volume et en valeur ne se réduise. L'âge de la récolte diffère d'une essence à l'autre et se situe au plus tôt à 80 ans pour l'épicéa et environ 120 ans pour le hêtre (voir aussi Tableau 36). Au moins 14 espèces de chauves-souris colonisent des cavités d'arbres en forêt (voir aussi Tableau 25 au chap. 3.3.2; Figs 9 et 10 au chap. 3.6.2). Ces gîtes se créent soit par l'activité des pics (60-70 %) soit par l'effet de la pourriture après des maladies ou des blessures, mais souvent seulement à un âge avancé qui se situe au-delà de l'exploitation.

- ➔ Le conflit entre l'exigence en gîte des chauves-souris et de la gestion forestière se situe ici dans le **laps de temps relativement réduit de production de l'arbre individuel.**

Saison d'exploitation forestière

Le travail forestier est organisé par rapport au cours de l'année. En dehors de la haute montagne, il se situe en général pendant le semestre hivernal. Pour éviter que le bois de pin se colore en bleu, on ne l'exploite qu'en saison froide, en automne et hiver, et on exploite de préférence les feuillus entre novembre et janvier. On n'exploite des grumes en été qu'en forêt de montagne. Des champignons et insectes menacent en plaine les grumes récoltées en sève et diminuent la valeur de bois. Les dégâts d'abattage et de débardage sont aussi plus graves à cette saison. Mais on conseille l'exploitation de produits de masse (p. ex. résineux de petits diamètres)

Tableau 36: Age maximal naturel et exploitabilité des principales essences en forêt de production; les données d'âge dépendent des stations et doivent être interprétées comme des valeurs moyennes (d'après SCHERZINGER, 1996, modifié et complété).

Essence	Age maximal naturel (années)	Age d'exploitation/exploitabilité en forêt de production (années)
Chêne rouvre et pédonculé	900	160-240 (350)
Hêtre	400-600	120-160 (180)
Charme	160	100
Erable sycomore	250-270	100
Tilleul	800-1000	80-120
Aulne	100-150	60-100
Peuplier	200-400	50-80
Orme	500-800	80-120
Epicéa	300-400 (500)	90-120
Sapin	200-400 (600)	120-140
Pin	300-600	100-160

aussi en été. Les dernières années ont vu le début d'une exploitation forestière ici et là aussi en été. Un exemple du Mecklembourg-Poméranie occidentale relaté un peu plus loin indique la possibilité de conflits avec des chauves-souris. L'exploitation estivale menace les couvées d'oiseaux dans les arbres. Normalement les oiseaux peuvent s'enfuir à temps lors des abattages en hiver. Des couvées sont rarement perdues. La situation est différente pour des espèces en hibernation qui peuvent être rencontrées dans des cavités lors des abattages. Certaines espèces de chauves-souris sont concernées (voir Fig. 9 et 10, chap. 3.6.2). Par exemple pour les espèces de noctules les gîtes d'arbres représentent en dehors des fentes rocheuses le type de gîte d'hibernation le plus important. Les espèces ne peuvent pas déménager spontanément à cause de leur métabolisme fortement ralenti. Les abattages les menacent directement.

L'abattage du gros bois de valeur est réalisé en hiver, mais en été on exécute les coupes d'éclaircie dans les bois de plus petits diamètres. Ce sont des coupes d'amélioration en première ou seconde (ou plus) éclaircie. C'est ici qu'on crée des conflits avec des couvées d'oiseaux, mais aussi plus rarement avec des colonies de reproduction de chauves-souris. En Mecklembourg-Poméranie occidentale, dans les landes de Nossentin, une colonie de pipistrelle de Nathusius a été touchée dans un pin lors de la première exploitation du bois en été (Schorcht & Tress, comm. pers. 1998).

- ➔ Il faut considérer le conflit entre les exigences territoriales des chauves-souris et la gestion forestière sous deux aspects: d'une part **le moment de l'exploitation par rapport à la saison**, de l'autre l'exploitation qui peut détruire des gîtes à chauves-souris parce qu'elle **vise ou choisit accidentellement des arbres à cavités**.

Le choix des essences

Des révolutions courtes d'une part et une faible diversité en essences de l'autre dans la plupart des forêts allemandes font qu'il n'y a que peu d'arbres qui peuvent devenir des sites à gîte potentiels. En particulier dans les peuplements purs d'épicéa ou de pin, les exigences élevées en gîtes ne peuvent pas être satisfaites pour presque toutes les espèces de chauves-souris (voir aussi le Tableau 25, chap. 3.3.1). Dans l'habitat des chauves-souris il y a la concurrence avec d'autres habitants des cavités (au moins 50 espèces) ainsi que d'autres facteurs, comme le caractère éphémère ou la dépendance à la météorologie (p. ex. des fentes derrière de l'écorce écartée, qui détermine une certaine offre en gîtes d'arbres).

- ➔ Le conflit entre les exigences en gîtes par des chauves-souris et la gestion forestière se situe ici dans le **nombre insuffisant de gîtes colonisables dans le rayon d'action** des chauves-souris, qui se trouve limité un peu partout par le choix des essences (peuplement résineux pur par exemple).

Ce conflit a été atténué depuis environ 50 ans dans certains länder fédéraux par l'emploi massif de nichoirs, mais cette stratégie ne peut être une solution permanente.

L'obligation d'assurer la sécurité publique, les attaques de parasites

Le législateur oblige le gestionnaire forestier et le gérant de parc d'exclure la menace qui pèse sur la sécurité publique sous forme d'arbres ou parties d'arbres dépérissant à côté des chemins. Il faut aussi protéger les parcelles forestières voisines d'une éventuelle infection parasitaire. C'est pourquoi on procède à l'abattage des

arbres à cavités frappées de pourriture au cœur. Il ne s'agit là que rarement d'arbres morts. On intervient généralement en semestre hivernal. Mais les vieux bois présentent le type de gîte le plus important (souvent pour l'hibernation) pour **tous** les habitants de cavités, parce que le bois vivant présente un microclimat plus stable que des bois morts.

- ➔ Le conflit entre les exigences en gîtes de chauves-souris et la gestion forestière se situe dans l'obligation légale d'assurer la **sécurité publique** sur des chemins, de contrôler **l'évolution des parasites forestiers** et de les combattre éventuellement.

Propositions de solutions de conflits d'exigences en gîte et conseils en gestion

Age des arbres

Création d'un **réseau de gîtes** forestiers sur deux niveaux, qui offre une réserve d'au moins **25-30 cavités** par ha (**7-10 arbres par ha**). Cette densité ne doit pas être répartie également sur toute la forêt, mais seulement sur les parcelles dont l'âge est adapté à la création et la conservation des arbres à cavités (p. ex. la création de centres à cavités).

Niveau 1 : Assurer un **réseau d'arbres à cavités** (7-10 ha) qui offrent déjà des trous de pics ou des cavités de pourriture, fentes d'arbres, écorces écartées, etc. Les candidats peuvent être, outre de vieux arbres, éventuellement aussi des jeunes arbres blessés ou des arbres secs. Par principe toute situation peut être retenue dans un peuplement. Les arbres peuvent être situés autant en lisière qu'à l'intérieur du peuplement. Ils peuvent être à de petites (< 20 m) ou plus grandes (50-100 m) distances entre eux, et même des arbres voisins peuvent être utiles. Par contre des distances trop importantes (> 1000 m) entre des «centres à cavités» ne peuvent être franchies que rarement par certaines espèces de chauves-souris à rayon d'action réduit (p. ex. murin de Bechstein). Des peuplements riches en cavités qui sont distants de 300 m sont à préférer, car ils se trouvent dans un rayon d'action correspondant à toutes les espèces de chauves-souris. Dans le cas optimal **tous** les arbres à cavités restent en place jusqu'à leur mort ou leur destruction naturelle, mais 3 arbres **au moins** devraient atteindre cette phase sans abattage. On ne devra envisager la récolte des 4-7 arbres à cavités si nécessaire, qu'après une durée de 10-20 ans de mise à disposition aux espèces cavicoles. Il ne faudra envisager leur exploitation que quand on est certain que l'on ne passe pas en dessous d'une offre minimale de 25-30 cavités dans ce peuplement, quand d'autres cavités sont donc apparues à de nouveaux endroits.

Le maintien des arbres gîtes dans des **bois morts** est probablement moins intéressant pour les chauves-souris à cause du microclimat, que le maintien et la pro-

tection de **vieux arbres vivants** (voir aussi WEGGLER & ASCHWANDEN, 1999). Mais les bois morts jouent un grand rôle dans l'offre alimentaire, surtout pour les pics constructeurs de cavités: 1300 espèces de papillons, 1500 espèces de coléoptères et 1080 espèces de diptères, un ensemble de presque 3900 invertébrés vivent de bois mort ou s'y développent au moins partiellement. Une grande partie est active de nuit et donc une proie probable des chauves-souris.

Niveau 2 : Création du **réseau des remplaçants** (candidats) pour les arbres du niveau 1, qui vont être appelés à disparaître un jour par destruction naturelle, dégradation ou récolte. Il faut choisir de préférence des arbres qui ont déjà des marques de cavités ou de richesse écologique telle que des champignons. Il faut y intégrer autant que possible des arbres secs, peu productifs, qui font généralement l'objet (au moins en forêt privée) d'éclaircies. Des gîtes de valeur peuvent se former sous écorce sur des arbres de diamètre de moins de 20 cm à 1,3 m. De même le maintien de jeunes arbres blessés peut avoir de l'intérêt, parce qu'ils présentent des pourritures ou des écartements d'écorces à la suite de dégâts de tempête ou d'écorçage. Mais le choix d'arbres secs ne doit être qu'un supplément. L'aide à un candidat potentiel de gîte peut aussi être soutenue par le dépressage dans l'environnement direct ou la récolte d'un voisin: l'apport de lumière et de rayons de chaleur peut augmenter l'attrait pour des pics.

Il est très important pour la création d'un réseau de gîtes de répertorier et marquer des arbres à gîtes, et de former les gérants forestiers (voir chap. 4.2.3 et 4.3). Une proposition pour le marquage des arbres au **niveau 1** :

- ⊕ abandon définitif d'exploitation (au moins 3/ha)
- x
- ⊕ abandon prioritaire d'exploitation (mais exploitation / pas exclue définitivement, au moins 4-7/ha)

Proposition pour le marquage des arbres au **niveau 2** :

- ⊕ remplaçants pour A et B (création d'un réseau de remplaçants).

Récolte de bois saisonnière

Marquage net des arbres gîtes à chauves-souris **connus** (gîte d'été ou d'hibernation), et leur exclusion de l'exploitation. Il faut empêcher énergiquement l'abattage des arbres à chauves-souris. Les arbres à cavité doivent rester par principe.

Choix des essences

Le choix d'essences autochtones adaptées aux stations dans des forêts mélangées est un moyen important pour constituer une offre naturelle en gîtes. Sur beaucoup, voire la plupart des stations en Allemagne, il faudrait

choisir en conséquence des essences feuillues. Elles offrent par principe de meilleures conditions que les résineux à cause de leur longévité plus élevée et leur tendance plus grande à former des cavités durables. En particulier des bois tendres et pionniers tels que bouleaux, saules et peupliers doivent participer suffisamment à la composition du peuplement, car ils tendent plus rapidement à la pourriture que des feuillus durs. Ainsi ils sont plus vite à disposition comme site à gîte potentiel. Les pics préfèrent nicher dans des bois feuillus que dans des bois résineux et augmentent ainsi la probabilité de formation naturelle de gîtes pour des chauves-souris. Avec une régénération continue des peuplements équiens résineux vers des peuplements mélangés avec des essences autochtones, la révolution, voire le diamètre d'exploitabilité doit augmenter sur l'ensemble.

Toutes les essences sont par principe adaptées à offrir des gîtes aux chauves-souris, car tous les arbres sont capables de former des structures nécessaires, telles que cavités ou écorces écartées. Les différentes essences sont théoriquement à disposition comme site à gîte potentiel suivant leur espérance de vie naturelle pendant des durées différentes (le chêne p. ex. 850-900 ans, le hêtre 300-500 ans). Mais le plus souvent on récolte le bois pendant, voire avant, la phase de formation de cavités (Tableau 36).

Devoir de sécurité publique, parasites

Quand des arbres ou des parties (branches) occupés par des chauves-souris sont concernés par des cas particuliers d'abattage, il faut tenter de sécuriser (étayer) la partie pendant le temps correspondant (hibernation, reproduction).

Autres interventions pour soutenir les exigences en gîte

Emploi de nichoirs

L'emploi de nichoirs n'est pas adapté pour remplacer à long terme la carence en gîtes naturels. Les propositions suivantes pour l'utilisation de gîtes naturels concernent le cas où les nichoirs seraient déjà installés (voir aussi chap. 3.3.2). L'établissement d'un tout nouveau massif à nichoirs par exemple dans un massif pur d'épicéa ou de pin ne peut avoir de sens que quand il est accompagné d'une conversion conséquente de la gestion forestière pour offrir dans l'avenir une quantité suffisante d'arbres à cavités. Autrement, on ne sert pas réellement la cause des chauves-souris à long terme et on engage des frais qu'il serait préférable d'investir pour développer une gestion forestière plus naturelle.

- **ne pas installer des nichoirs** dans des peuplements irréguliers richement structurés sauf pour des causes scientifiques;

- **les habitats adaptés** sont par exemple des perchis résineux, feuillus ou mélangés (à partir de 30 ans), surtout les phases à structures pauvres des forêts régulières telles que les fourrés (avec quelques réserves pour accrocher les nichoirs) et des gaulis et jeunes futaies;
- utiliser de préférence **des nichoirs à chauves-souris** et non des nichoirs à oiseaux (éventuellement pour « diversion »);
- **le trou d'entrée** ne doit pas être trop petit (26 mm de diamètre; 15 mm de largeur est trop étroit pour des femelles pleines);
- le trou d'entrée ne doit pas être encombré par des **excréments**;
- proposer des **types** différents (gîte en fente ou espace), ou monter des vieilles **branches creuses** avec leur ouverture vers le bas;
- **matériaux**: bois ou béton de bois;
- **distance au voisin**: arbre voisin, 50 m, 80-100 m, plusieurs km;
- **lieu**: intérieur ou lisière du peuplement, proximité de l'eau, clairières, etc., sont favorables (succès fréquents avec des planches à chauves-souris ou des nichoirs plats montés sur des miradors de chasse);
- **hauteur**: pas d'importance;
- **orientation**: peu importante, proposer différentes orientations, éviter le nord;
- veiller à une offre plus ou moins régulière jusqu'à l'atteinte d'une **offre** naturelle suffisante.

Gîtes naturels souterrains

La création de gîtes artificiels d'hibernation souterrains et l'installation de nichoirs modernes d'hibernation ne peut pas non plus se substituer aux carences en gîtes naturels d'hibernation dans des arbres, mais peut servir éventuellement pour améliorer l'offre en gîtes pendant une période de transition. Les spécialistes ne sont pas encore d'accord sur l'efficacité des nichoirs d'hibernation.

Places de dépôt de bois

L'expérience de nombreuses découvertes de pipistrelles de Nathusius en hibernation dans des piles de bois de chauffage à côté de maisons individuelles laisse espérer que des piles de bois dans la forêt offrent aussi des gîtes d'hibernation, ou au moins des gîtes intermédiaires à certaines espèces de chauves-souris. Le maintien des piles de bois en forêt peut donc participer à l'offre en gîte.

Récapitulatif

Création d'un **réseau naturel de gîtes** par l'augmentation du nombre d'arbres riches en cavités à 7-10 arbres, voire 25-30 cavités par ha dans des peuplements adaptés âgés ; exploitation d'un arbre à cavités seulement dans le cas où il est inoccupé, et si l'on ne passe pas en dessous du nombre indiqué de cavités. Il faut s'occuper à temps de leur remplacement, quand ils doivent être récoltés ou éliminés pour des raisons de sécurité publique (éducation des gestionnaires).

Du point de vue de la protection des chauves-souris, l'exigence de la plupart des programmes de gestion et de protection forestière des länders fédéraux de maintenir 3-5 arbres à cavités n'est pas suffisante. Seules la Hesse et la Rhénanie-Westphalie permettent, au moins partiellement, de garder une part de bois mort allant jusqu'à 10 %, voire 10 arbres/ha. Les concepts des confédérations de protection de la nature prévoient entre 2 et 10 % (comp. chap. 4.1.1 et 4.1.3).

4.2.2. Exigences alimentaires et spatiales

L'exigence spatiale est étroitement liée aux exigences alimentaires. C'est pourquoi nous traitons ici ces deux aspects ensemble. Les conflits et les objectifs se déduisent des résultats et des conclusions du chapitre 3 pour les différentes espèces.

Le traitement forestier

La méthode d'exploitation forestière, pratiquée largement depuis des décennies dans de nombreuses forêts allemandes, a provoqué une nette séparation des différents âges des peuplements équiens. Encore aujourd'hui la coupe rase se pratique sur le plan local et régional pour des raisons économiques, d'accès et de technique de travail. Lors de la coupe rase sur une grande surface un biotope disparaît d'un « seul coup ». Les forêts de production avec leur exploitation par coupe rase se caractérisent par l'absence de structures verticales.

- ➔ le conflit entre exigence spatiale des chauves-souris et exploitation forestière se situe ici dans la **perte brusque d'un habitat de chasse constant** sur une grande surface pour les espèces qui chassent dans les peuplements. L'absence de structures verticales interdit que cette forêt serve de territoire de chasse à beaucoup d'espèces de chauves-souris.

Choix des essences

Le choix monospécifique et l'entretien au profit de certaines essences telles qu'épicéa ou pin ont des conséquences négatives. Concernant les chauves-souris, nous retenons surtout l'appauvrissement en structures verticales et horizontales, en richesse d'espèces et d'individus d'invertébrés, et ainsi en bases alimentaires. Les exceptions sont les épidémies calamiteuses, qui sont éventuellement combattues par des pesticides. Il existe bien des forêts naturelles pauvres en essences dans certaines phases d'évolution forestières ou dans certaines régions, mais elles sont causées par les conditions climatiques, stationnaires ou temporaires (pessières subalpine, chênaie-pinède en stations pauvres et hêtraies étendues).

- ➔ Le conflit entre l'exigence spatiale et alimentaire des chauves-souris d'une part et la sylviculture d'autre part consiste en l'appauvrissement de **l'offre en structures et en sources alimentaires potentielles**.

Implantation d'essences étrangères (essences hôtes) du point de vue de la protection des chauves-souris

Jusqu'à aujourd'hui on n'a pas mené de recherches qui visent à mesurer l'influence des essences non autochtones telles que robinier, douglas, épicéa de Sitka, peuplier hybride, mélèze du Japon ou chêne rouge sur les chauves-souris. Elles semblent difficilement réalisables. Par rapport à des chauves-souris, on peut donc se baser seulement sur l'hésitation établie pour d'autres raisons vis-à-vis d'une installation vaste de ces essences en peuplements équiens. Les arguments rassemblés par SCHERZINGER (1996) s'appliqueraient donc aussi aux chauves-souris : le reboisement en peuplements purs cause un appauvrissement de la faune d'insectes forestiers, parce que les insectes typiques pour ces essences n'existent pas chez nous. Cette base alimentaire serait donc perdue pour les chauves-souris.

L'emploi de pesticides (surtout insecticides)

Les insecticides sont employés en forêt lors d'épidémies pour éviter la perte de peuplements, avec par la suite une perte de revenus et des frais de reboisement élevés. Des papillons nuisibles aux forêts sont combattus avec des produits à base de Dimilin qui inhibent la mue au stade des chenilles ainsi inaptés au vol. L'influence négative sur les chauves-souris est due à l'épandage de produits non sélectifs qui détruisent non seulement les nuisibles visés, mais aussi d'autres invertébrés. L'offre alimentaire pour les chauves-souris peut s'amenuiser nettement. Bien que le Dimilin n'ait pas d'influence sur les chauves-souris, on ne peut pas exclure d'effet nuisible lorsqu'elles ingurgitent des insecticides toxiques à base de pyréthroides. Ce poison peut être absorbé par les espèces qui glanent leurs proies sur le substrat (p. ex. murin de Bechstein) et

qui attrapent des chenilles (voir aussi Wolz *in* MESCHEDE *et al.*, 2002).

Comme démontré lors d'observations sur le grand murin, des épidémies de certaines espèces d'insectes (p. ex. la tordeuse du chêne) peuvent être exploitées d'une façon spécialisée.

➔ Le conflit entre les exigences alimentaires des chauves-souris et la sylviculture se situe ici dans la **perte d'une partie des bases alimentaires, voire l'absorption d'insecticides.**

Découpage

Le désenclavement des forêts pour une exploitation mécanisée sur toute la surface a atteint dans certaines régions des proportions sensibles pour la flore et la faune. Une conséquence négative directe sur les chauves-souris est le dérangement par les pistes avec un recul probable des pics (SCHERZINGER, 1996), qui jouent un rôle clé pour les habitants de cavités. A cela s'ajoute la fragmentation du paysage, et en particulier des forêts, surtout par des constructions routières et d'urbanisation dans les 3 à 4 dernières décennies en Allemagne. Des massifs forestiers d'un seul tenant de plus de 100 km² (10 000 ha) sont devenus rares entre-temps ; on peut les trouver encore au mieux dans les länders de l'est (p. ex. la région de Müritzt, Schorfheide-Chorin, forêt de Thuringe). Les études télé-métriques et des découvertes de nombreuses victimes de la circulation démontrent que les chauves-souris traversent des routes (KIEFER & SANDER, 1993). Des routes plus grandes telles que les autoroutes peuvent être des obstacles (KRULL *et al.*, 1991).

L'exigence spatiale minimale des individus, des colonies de chauves-souris, voire d'une partie des populations, n'est pas encore connue pour toutes les espèces, mais aujourd'hui nous pouvons indiquer pour certaines espèces des chiffres (Tableau 29, chap. 3.4); une colonie d'environ 20 murins de Bechstein a besoin d'une forêt richement structurée d'au moins 250-300 ha (voir chap. 3.1 «Le murin de Bechstein» et Albrecht *et al.*, Fuhrmann *et al.*, Kerth *et al.*, Steinhauser, tous *in* MESCHEDE *et al.*, 2002). Une colonie d'environ 270 grands murins nécessite une surface d'au moins 7-8000 ha de forêts (évaluation, voir Tableau 29, chap. 3.4).

Propositions de solution aux conflits dus aux exigences alimentaires et spatiales - conseils de gestion :

Les points cités ci-dessus (traitement, choix des essences, emploi de pesticides, découpage) seront traités ensemble par la suite, les conseils en gestion étant imbriqués et dépendants les uns des autres.

L'aide aux chauves-souris en forêt doit éventuellement avoir des accents régionalement différents, qui s'orientent

en dehors de la composition forestière et des conditions de stations aussi sur la répartition naturelle (p. ex. pour des raisons climatiques) des différentes espèces.

Dans des cas concrets il peut être nécessaire de prendre des initiatives de protection pour certaines espèces. Ceci concerne par exemple des mesures de protection des habitats de chasse du dernier gîte de reproduction du grand rhinolophe en Allemagne (HAMMER & MATT, 1996), qui inclut aussi des forêts et lisières forestières dans ses territoires de chasse.

Il n'est pas possible de formuler «la» gestion optimale pour la protection de chauves-souris. Les chauves-souris sont tout à fait capables de s'adapter de par leur grande mobilité et leur flexibilité relative. Elles sont plus liées à certaines structures qu'aux essences forestières. Les exigences structurales diffèrent d'une espèce de chauve-souris à l'autre (voir Tableau 28 et 29, chap. 3.4). Le murin de Bechstein préfère apparemment un peuplement à plusieurs strates, mais pas trop dense dans la strate arbustive. Pour le grand murin, une partie du sol doit être découverte, donc accessible et libre de couverture. Les deux espèces peuvent pourtant vivre dans la même forêt, si toutefois on adopte la gestion en petites unités. Des coupes par trouées ou d'abris présentent une base de maintien et d'optimisation d'habitat à chauves-souris adaptée à la futaie régulière. Des clairières et trouées jusqu'à 1 ha représentent des habitats de chasse importants supplémentaires (voir chap. 3.1 «La noctule de Leisler»). Ces surfaces peuvent aussi trouver leur place dans les plans de gestion. Dans le Tableau 37 sont regroupés les paramètres structurels les plus importants pour les chauves-souris en forêt. Il faut rappeler que cet aperçu représente un résumé d'interventions qui favorisent les habitats de chauves-souris en forêt, mais n'est pas un catalogue de mesures toutes applicables dans une même forêt.

Développement de lisières forestières

Les lisières forestières jouent un rôle important dans le paysage agricole d'aujourd'hui. Elles sont présentes sur de grandes longueurs du fait de la fragmentation du paysage. Elles forment la ligne de séparation entre la forêt et le milieu ouvert, et sont responsables de «l'effet de lisière». Des lisières naturelles forestières n'existent qu'aux zones de passages vers des zones naturellement déboisées, telles que tourbières, rochers et eaux. La lisière n'a pas ici de forme structurée, mais s'arrête plutôt brusquement. Le passage entre forêt et milieu ouvert doit souvent remplir le rôle des friches en forêt. Elles n'existent plus dans les espaces d'agriculture intensive. Ces lisières avec leur végétation riche produisent de la nourriture, et sont donc des habitats adaptés aux chauves-souris. Il est par conséquent justifié et nécessaire de constituer des lisières en bordure des forêts richement

Tableau 37 : Conseils de gestion pour l'amélioration de la forêt comme biotope de chasse pour les chauves-souris (les conseils suivants ne doivent pas être réalisés sur la même parcelle ; ils sont à comprendre comme un récapitulatif de toutes les possibilités d'adaptation aux stations et possibilités de réalisation).

Objectif de la protection des chauves-souris	Interventions forestières conseillées
Favoriser les habitats de chasse pour des chasseurs aériens (p. ex. noctule de Leisler)	Clairières et trouées (0,5-1 ha) par événements naturels ou lors des interventions de régénération Exploitation par groupes Aménagement de plans d'eau (>200 m ²)
Favoriser les territoires de chasse d'espèces qui chassent dans la végétation (p. ex. murin de Bechstein, murin de Natterer, oreillard roux)	Favoriser le sous-étage et l'étage intermédiaire jusqu'à un taux de couverture d'env. 20-30 % Eclaircissement de la strate houppier pour augmenter l'entrée de lumière et ainsi favoriser le sous-étage (couverture irrégulière de la strate houppier à env. 80 %) Maintien d'espaces de reboisement spontané
Favoriser la zone houppier à haute production de nourriture (p. ex. murin de Bechstein, murin de Brandt)	Introduction de feuillus, p. ex. chêne, hêtre, charme (essences d'arbres avec grande richesse en insectes)
Favoriser des cheminées de lumière comme source d'alimentation pour toutes les espèces de chauves-souris	Maintien de très vieux arbres (de préférence chêne), augmentation des entrées de lumière dans leur environnement proche (« dégageant »), pour augmenter le taux d'ensoleillement et la rugosité des écorces et ainsi le nombre d'insectes
Espace aérien libre à env. 1 m de hauteur et sol dégagé (important pour le grand murin)	Sous-étage libre par création de peuplements à une seule strate et peuplement « cathédrale » Aménagement d'une strate houppier dense pour diminuer l'entrée de lumière et en favorisant des futaies moyennes (40-50 cm/1,3 m) pour créer des distances plus importantes entre les arbres avec un âge plus élevé (éclaircie dirigée)
Structures et bases alimentaires en général (p. ex. pipistrelle de Nathusius, pipistrelle commune, murin de Brandt ; toutes les autres espèces)	« Aménagement » des lisières intérieures le long de chemins, p. ex. développement de bordures riches en fleurs Développement des lisières forestières extérieures par le « développement naturel » sur env. 30 m de largeur Aménagement de trous d'eau (au moins 100-200 m ²), prairies forestières Restauration d'anciennes zones humides en forêt par la réduction voire la fermeture de drainages, déviation de cours d'eau et restauration de zones alluviales et bras morts fluviaux Absence d'emploi de pesticides, en particulier insecticides en cas d'épidémie, mais plutôt favoriser des interventions prophylactiques

structurées à strates multiples comme habitat à chauve-souris. Ces lisières forestières remplissent la fonction de lignes guides et de structures de liens entre les différents territoires de chasse dans le paysage forestier découpé d'aujourd'hui.

Pour la protection des espèces forestières de chauves-souris il faut des massifs forestiers reliés aussi grands que possible. Il faudrait mettre en réseau des petits îlots forestiers isolés avec des structures actives telles que des haies, alignements d'arbres, bosquets champêtres, vergers, allées pour empêcher la fragmentation.

Les phases d'évolution forestière

La station, le climat et le sol mais aussi l'évolution de la culture et de l'exploitation ont une influence primordiale sur la composition et l'apparence des forêts. Cette apparence n'est pas statique et elle est accompagnée d'un changement permanent de composition d'essences et de richesse structurelle. D'après un modèle simplifié de LEIBUNDGUT (1981), on peut définir des **phases d'évolution** forestière qui se développent simultanément imbriquées les unes dans les autres et sur les mêmes surfaces: clairières (dans des conditions naturelles p. ex. par incendies), accrues, forêts intermédiaires puis fermées avec leurs phases optimales, séniles, dégénératives et de

régénération, qui finissent par un nouveau système de clairières (suite aux chablis ou aux vastes catastrophes) qui débouchent sur de nouveaux accrus. Ce cycle seulement apparent ne recommence pas obligatoirement au début, mais il va s'adapter au cours des siècles de phases d'évolution naturelles ou voulues par des objectifs de gestion à des nouvelles conditions environnementales et trouver une nouvelle forme, par exemple une nouvelle composition d'essences.

Chaque phase représente un propre habitat de chasse et développe un caractère particulier, qui sera exploité d'une façon différente par des espèces différentes. Le Tableau 38 montre les phases qui représentent, d'après les résultats dont nous disposons, des habitats importants pour certaines espèces de chauves-souris. La proximité spatiale des diverses phases permet – au moins dans de grands massifs forestiers adaptés – une variabilité suffisante pour la plupart des espèces de chauves-souris. On trouve théoriquement côte à côte autant de sous-étages denses ou clairs pour le murin de Bechstein et l'oreillard roux (phase primaire), que du sol dégagé dans des futaies-cathédrales pour le grand murin (phase optimale climax). Les différents caractères dépendent fortement de la station et du climat. Les stades extrêmes sont par exemple des trouées, qui sont exploitées entre autres par des noctules de Leisler.

Cette mise en catégories ne peut rendre compte des conditions naturelles et d'imbrication des espèces que d'une façon simplifiée et schématique. Ces phases peuvent aussi se trouver d'une façon idéale en forêt de production.

Récapitulatif

Pour améliorer les biotopes de chasse et les bases alimentaires des chauves-souris forestières, il est prioritaire de bâtir une forêt structurée avec des essences autochtones en station, sous respect des conditions locales et régionales. Une gestion qui tient compte des phases naturelles d'évolution côte à côte mais aussi imbriquées l'une dans l'autre s'approche au mieux de cet objectif.

4.2.3. Planification de la gestion

L'état forestier du moment est périodiquement relevé dans le cadre du plan de gestion à long terme et la réalisation du plan précédent est vérifiée. Sur la base de cette analyse, les interventions pour la période à venir sont planifiées. Le respect des lois, règlements et directives propres à chaque land se superpose à celui de la loi forestière fédérale. Le **plan de gestion forestier** est l'outil de

réalisation des objectifs de protection par une méthode intégrée de conservation des biotopes et des espèces sur l'ensemble des surfaces. Il se situe à un niveau **supérieur de planification**. Les biotopes forestiers sont cartographiés dans beaucoup de länder et dans des forêts fédérales pour des objectifs de protection des espèces et des biotopes. La planification forestière accorde en général une grande importance à une gestion proche de la nature, en application des directives de gestion, mais les plans de gestion sont souvent calculés de manière stricte et orientée vers l'économie et le marché du bois. Le gouvernement des länder fixe la gestion forestière en fonction du revenu financier que l'on peut tirer de la forêt. Pour respecter les besoins en protection de la nature en général, et des chauves-souris en particulier, il faut aussi changer de pensée politique.

Pour une réussite durable de la protection des chauves-souris en forêt, les rapports de planification forestière et de gestion, tant en forêt domaniale que dans les forêts privées, devraient intégrer les connaissances sur l'écologie des chauves-souris forestières. La planification crée la possibilité de réaliser une **cartographie des microstructures**. Dans les länder où les biotopes forestiers sont cartographiés, il existe un recensement partiel des structures particulières. Là où il n'est pas encore contenu dans la cartographie normale, il faudrait l'inclure à l'occasion de la planification forestière. En ce qui concerne la protection des chauves-souris, le **recensement des cavités d'arbres** est prioritaire dans des peuplements âgés sélectionnés qui auraient un potentiel en gîtes, sachant toutefois que le recensement de la totalité des cavités d'un peuplement n'est pas possible. L'effort de cartographie en forêt représente, en fonction de la richesse structurale, entre 50 et 200 heures de travail pour 100 ha. Le recours à des bénévoles et membres d'associations de protection de la nature pourrait réduire un peu ces chiffres. Les agents et propriétaires forestiers et les bûcherons pourraient repérer et marquer des loges de pics lors de leur travail quotidien, et relever sur un plan des renseignements recueillis dans la population. L'office forestier de Nuremberg et les districts voisins peuvent servir d'exemple : lors de l'établissement du plan de gestion un spécialiste a intégré une cartographie faunistique qui recense la présence de pics et autres cavernicoles dans le Reichswald de Nuremberg (BRÜNNER-GARTEN, 1992). D'autres états suivent des voies semblables, par exemple en Suède où de grandes entreprises forestières emploient des équipes de biologistes pour le recensement, ou aux Etats-Unis, où le National Forests Service entreprend ces cartographies pour la planification à long terme des massifs de forêts d'Etat qui ont besoin de protection (Heiss, 1994 in SCHERZINGER, 1996).

Une démarche supplémentaire au moment de la planification consisterait à prévoir un abandon d'exploitation pour 7-10 arbres/ha, avec un éventuel manque à gagner.

Tableau 38 : Modèle (idéalisé) des phases d'évolution forestière (d'après SCHERZINGER, 1996, modifié) et espèces de chauves-souris potentiellement présentes (exploitation comme biotope de chasse); () = exploitation occasionnelle

phase initiale/ régénération/ forêt pionnière/ reboisement	phase de croissance	phase optimale		phase de sénescence/ dégradation/ écroulement
grande trouée, p. ex par catastrophe		haute futaie (forêt « cathédrale »)	forêt jardinée	
<ul style="list-style-type: none"> • espaces ouverts • végétation herbacée 	<ul style="list-style-type: none"> • strate unique • strates multiples 	<ul style="list-style-type: none"> • strate des houppiers fermée, sombre • bois mort absent 	<ul style="list-style-type: none"> • couverture des houppiers à 80 % • quelques bois morts 	<ul style="list-style-type: none"> • âge élevé des arbres • couverture des houppiers env. 70 % • plus de bois morts • trouées, « cheminées » de lumière
Noctule commune (abri au vent)	Murin de Bechstein Oreillard roux	Grand murin Noctule commune	Murin à moustaches Murin de Brandt	Murin à moustaches Murin de Brandt
Noctule de Leisler (lisière)	(Oreillard gris) Murin de Natterer	Noctule de Leisler Barbastelle	Murin de Bechstein Murin de Natterer	Murin de Bechstein Murin de Natterer
Sérotine bicolore	Murin à oreilles échancrées	(Grand rhinolophe)	Murin à oreilles échancrées	Murin à oreilles échancrées
Sérotine commune (lisière)	(Murin de Daubenton) Murin de Brandt	(Petit rhinolophe) (Oreillard roux)	Oreillard roux Barbastelle (au-dessus des houppiers)	Oreillard roux (Oreillard gris)
Sérotine de Nilsson	Murin à moustaches	(Murin de Bechstein)	(Oreillard gris)	Sérotine commune
Pipistrelle commune		(Murin de Daubenton)		Pipistrelle commune
Petit rhinolophe (lisière)		(Murin des marais)		Pipistrelle de Nathusius
Grand rhinolophe (lisière)				
2-10 ans	env. 70 ans	100-150 ans	durable	env. 180 ans

4.2.4. L'emploi de machines

Une grande partie des forêts d'Allemagne est aujourd'hui exploitée à l'aide de machines d'abattage et de débardage d'une haute technologie. La technique de récolte par « **harvester** » (abatteuse-façonneuse) est d'une grande efficacité et protège les peuplements par réduction du tassement de terrain. L'abattage dirigé et l'enlèvement du bois à l'aide d'une grue provoquent moins de dégâts dans le peuplement restant que les méthodes de récolte classiques. Actuellement on emploie les abatteuses surtout pour des résineux à faible diamètre. La méthode peu traumatisante de l'enlèvement du bois assure après les interventions, une restauration rapide des caractéristiques écologiques des peuplements dans la dynamique naturelle de croissance. Théoriquement on peut faire respecter des particularités telles que des essences rares et des arbres à cavités. Comparée à des techniques conventionnelles l'abatteuse laisse moins de traces dans le peuplement et moins de dégâts sur les arbres voisins. D'un point de vue forestier ces travaux visent un peuplement sain, où se forment moins de cavités par pourriture et de bois mort, et où les arbres se trouvent protégés des blessures et maladies.

Du point de vue de la protection des chauves-souris, cela pose les problèmes suivants :

- d'un côté il y a un grand danger, avec la technique de l'abatteuse, de revenir à la création de peuplements vastes et équiens adaptés à cette technique et à une gestion régulière (« forêts mécanisées »);
- la révolution pourrait se trouver encore réduite pour des raisons économiques à cause de la récolte par abatteuse. Le plus grand défaut des forêts de production, qui est le manque de peuplements âgés, s'en trouverait encore renforcé.

4.3. AUTRES CONSEILS POUR LA PROTECTION DE CHAUVES-SOURIS EN FORÊT

Inventaires

Le recensement des chauves-souris peut se faire plus facilement par des contrôles de nichoirs au bon moment ou bien à l'aide de détecteurs d'ultrasons. On peut aussi détecter à l'oreille des indices acoustiques qui permettent de conclure à la présence de chauves-souris et permettent même dans certains cas de déterminer les espèces sans les avoir vues. Si l'on ne peut contrôler des nichoirs qu'une fois par an, il faut alors choisir la seconde moitié de juillet. La plupart des oiseaux ont terminé leur

éventuelle seconde couvée et les chauves-souris ont colonisé les nichoirs pour y établir leur gîte de mise bas. L'observation d'une colonie de reproduction est la donnée qui a le plus de valeur. Lors d'un contrôle bref pour un simple constat de présence, d'espèce et de nombre, le dérangement est en règle général si faible qu'il n'a pas d'effet négatif. Au cas où plusieurs contrôles annuels sont possibles, les moments les plus opportuns sont :

- fin avril/début mai pour constater le passage en grand nombre des éventuelles espèces migratrices. Ce moment est particulièrement indiqué dans les contrées du sud et du centre, surtout en forêt alluviale et près de l'eau ;
- à la mi-mai à peu près pour constater l'établissement de gîtes de mise bas ;
- à partir de la mi-juillet pour constater les résultats d'élevage ;
- fin août/début septembre pour constater en grand nombre les espèces migratrices éventuelles. Ce moment est particulièrement indiqué dans les contrées du sud et du centre, surtout en forêt alluviale et près de l'eau.

Les contrôles lors des nettoyages des nichoirs sont mal adaptés à un recensement systématique, car ils ne se font souvent qu'à partir de septembre/octobre. A cette saison la plupart des chauves-souris ont déjà quitté leur gîte forestier estival.

En cas de doute, il convient d'informer un spécialiste qui pourrait contrôler le nichoir une nouvelle fois. Les données faunistiques devraient être transmises à une banque de données centralisée par des experts dans les postes de coordination de la protection des chauves-souris, pour améliorer les connaissances sur la répartition et l'évolution des populations. Les découvertes de chauves-souris bagueées sont de la plus grande importance ! Il est possible qu'il s'agisse d'un animal d'une région éloignée. Chaque découverte de bague peut améliorer les connaissances des mouvements migratoires des chauves-souris en Allemagne.

Pour les contrôles, il est conseillé de se préparer un formulaire, qui permet de noter les informations les plus importantes sur le lieu, le type de nichoir, les conditions météorologiques, les chauves-souris découvertes, etc.

Cartographie des cavités

La situation de gîtes naturels dans un massif forestier change d'une année à l'autre. La cartographie des cavités d'arbres se fait au mieux dans la saison sans feuilles et par beau temps. On les réalise aussi à l'occasion des établissements de plans de gestion. Il serait souhaitable qu'un tel recensement soit obligatoire. L'objectif recherché serait d'atteindre à long terme le nombre de gîte cité en chapitre 3.3.1 et 4.2.1. Il est indiqué de contrôler de nouveau les cavités au bout de cinq ans.

Cours et formations

Une protection efficace se base sur l'acceptation et la compréhension de ce groupe d'animaux. L'information et la formation des groupes professionnels et de population concernés par la forêt jouent un rôle important. Quelques idées et conseils non exhaustifs qui pourraient inciter à l'action sont donnés ci-dessous. Il faut orienter en premier lieu la transmission des connaissances sur les exigences et l'écologie des chauves-souris forestières vers les employés de l'administration forestière (directeur et agent de district, bûcheron) et le propriétaire forestier. Les objectifs de la formation sont :

- l'apprentissage d'une détermination sûre des 10-15 espèces que l'on rencontre régulièrement en forêt avec leur importance régionale (p. ex. lors de contrôles de nichoirs) ;
- recherche et découverte de gîtes à chauves-souris en forêt (cartographie) ;
- sensibilisation par rapport à la date des exploitations forestières.

Des experts en chauves-souris proposent des formations à de nombreuses institutions publiques et privées. Il serait souhaitable que l'on intègre d'avantage des formations spécifiques depuis les premiers niveaux de l'enseignement des forestiers et bûcherons, donc dans les universités, écoles supérieures et lycées forestiers. On pourrait aussi augmenter la collaboration avec les établissements de formation continue des administrations forestières.

Les établissements de formation sont par exemple :

- les ministères et offices forestiers fédéraux, et les établissements de recherche pour forêts et agriculture ;
- les académies de protection de la nature des länders ;
- les académies de protection de la nature des associations de protection de la nature ;
- les établissements de formation des syndicats de propriétaires forestiers ;
- les auberges de jeunesse forestières et musées forestiers ;
- l'intégration de cours dans les formations d'écoles supérieures et universités.

Souvent nous avons des informations sur des chauves-souris dans des arbres seulement grâce à la sensibilité des bûcherons. On trouve souvent des animaux morts ou blessés lors des travaux hivernaux. Un nombre impossible à évaluer de chauves-souris quitte ses quartiers d'hiver sans avoir été recensé lors de la destruction de leur gîte d'hiver, surtout quand ces travaux sont exécutés lors de températures douces, quand les animaux peuvent se réchauffer rapidement (voir aussi GEBHARD, 1996). La formation des bûcherons est donc très importante.

Une formation de plusieurs journées sur le thème « **Chauves-souris dans l'écosystème forestier** » pourrait avoir le contenu suivant (exemple) :

Partie théorique :

- biologie et écologie des chauves-souris forestières
- observation, reconnaissance et détermination sûre de chauves-souris (emploi de différentes méthodes)
- recherche, découverte et marquage de gîtes en forêt
- reconnaissance et optimisation de territoires de chasse (méthodes sylvicoles)

Partie pratique :

- contrôles de nichoirs dans des régions occupées avec reconnaissance des espèces et de leurs attitudes
- recherche et marquage de gîtes dans des arbres (cavités, écorce)
- reconnaître les indices de présence de chauves-souris (recherche de traces, odeurs, bruits)
- excursions nocturnes avec des détecteurs d'ultrasons et d'autres méthodes pour l'observation nocturne de la chasse, observations de vol avec ou sans équipement de vue nocturne
- appréciation et analyse de territoires de chasse
- établissement d'un catalogue décennal d'interventions d'amélioration des gîtes et structures pour un massif forestier particulier

Création d'un réseau d'opérateurs

Un réseau de chiroptérologues professionnels et bénévoles pour la protection des chauves-souris devrait offrir lors de problèmes concrets de chauve-souris des points de contact aux propriétaires et gestionnaires forestiers. Les offices de forêt en tant qu'institution de conseil doivent pouvoir renseigner le propriétaire forestier privé sur les experts en chauve-souris. Il faudrait proposer régulièrement des réunions, excursions et discussions.

L'emploi d'auxiliaires

Beaucoup de tâches de protection des chauves-souris peuvent être exécutés par des chiroptérologues débutants. La cartographie des cavités d'arbres, le recensement des microstructures lors de l'établissement de plans de gestion et d'autres travaux peuvent être exécutés par des amateurs. Les offices de forêt peuvent aussi trouver de l'aide auprès des groupes locaux de protection de la nature. Le contrôle de nichoirs ou recensement de cavités

d'arbres, ainsi que certains travaux peuvent être exécutés lors d'une petite promenade en forêt par chaque amateur de la nature.

4.4. LA DÉFINITION DE ZONES DE PROTECTION

SCHERZINGER (1996) travaille sur le thème de l'« exigence en espace » et des « définitions de zones de protection » d'un point de vue de l'écologie générale et il conclut : « ...le rôle clé de la protection de la nature en forêt revient finalement à la surface exploitée. Car le taux de 4 % des zones forestières protégées est si faible, qu'il ne peut constituer à lui seul un instrument raisonnable et durable pour assurer une protection efficace d'espèces et de biotopes. » Après avoir passé en revue tous les modèles d'évaluation des exigences spatiales pour la protection des espèces et des biotopes, qui se situent entre 4-8 % (HORLITZ & KIEMSTEDT, 1991) et 18 % (BROGGI & WILLI, 1993), SCHERZINGER (1996) résume, en référence à SHAFER (1990), qu'une protection de la faune actuelle n'est possible à 100 % que par le maintien durable de la surface forestière actuelle.

Ceci est vrai aussi en particulier pour la protection des chauves-souris. On ne peut pas exclure le sujet des zones de protection, même quand les recommandations concernent la forêt exploitée. Les instruments adaptés et efficaces des administrations forestières et des administrations de la protection de la nature sont la définition de zones protégées en forêt, telles que :

- l'installation et l'élargissement de réserves forestières sous forme de **parcs nationaux** et de **réserves de biosphères** ;
- la définition de régions forestières comme **réserves naturelles forestières** ou de **parcelles de forêt naturelle** ;
- la définition de **réserve naturelle** (entre autre reprise de modes de traitements historiques tels que pacage forestier, ramassage de litière, taillis simples ou taillis sous futaie) ;
- **zones de protection forestières** (forêts à exploitation interrompue ou protégées) ;
- définition de **zones HFF** dans le réseau européen de zones protégées « Natura 2000 » ;
- définition de parcelles forestières en dehors des « traitements réguliers » (non pas des zones protégées au sens propre) ;
- des **zones PED** (en Bavière) – protéger, entretenir, et développer.

Parcs nationaux et réserves de biosphères

La meilleure condition de survie et de développement des populations de chauves-souris se trouve aux noyaux des parcs nationaux et des réserves de biosphères avec relativement peu de dérangements sur une grande surface et proche de l'état naturel. Le parc naturel le plus récent d'Allemagne est le « Hainich », un des plus grands massifs à hêtre du pays. Les parcs nationaux de Jasmund (Rügen), du haut Harz, de la « Suisse » saxonne, Bayrischer Wald et Berchtesgarden ont aussi un taux forestier élevé. Mais dans aucun parc national en dehors du Hainich (BIEDERMANN, 1996) la faune des chauves-souris n'a été étudiée en détail. D'autres massifs forestiers ont pu être intégrés dans des parcs nationaux existants et des réserves à biosphères, ou définis comme zone nouvelle, comme par exemple la Steigerwald (Bavière du nord), la Forêt-Noire du nord, la Kellerwald ou la Rothaargebirge.

Réserves ou parcelles de forêt naturelle

Les réserves ou parcelles de forêt naturelle sont de petits massifs, qui représentent des écosystèmes forestiers installés dans le but de recherches en forêt naturelle. Leur superficie est de 30 ha pour la moyenne fédérale. Ces forêts offrent de nombreuses cavités par rapport aux forêts normalement exploitées et sont souvent incluses dans de grands massifs. Elles représentent un genre « d'îlot de vieux bois » et donc une zone à gîtes potentiels à chauves-souris. Mais pour une protection des chauves-souris de grande envergure il faudrait établir un réseau de réserves et parcelles à forêt naturelle dont la « maille » ne dépasserait pas 5 km.

Réserves naturelles

En relation avec les réserves ou parcelles de forêt naturelle, la définition de sites forestiers protégés avec un taux forestier élevé peut permettre de construire un réseau d'îlots de vieux bois. Un décret de zone protégée doit être la priorité absolue.

Zones de protection forestière

On installe des forêts à exploitation interrompue ou protégée pour des raisons de protection concrètes. Elles jouent souvent le rôle de protection du sol et du climat. Leur exploitation est soumise à des règles strictes ou bien totalement interdite. Ces zones sont elles aussi aptes à servir de point de départ pour une protection des chauves-souris. Leur structure et la répartition des âges s'approchent plus des conditions naturelles que dans la forêt exploitée d'une façon conventionnelle.

Zones Natura 2000 (zones HFF)

Sept espèces de chauves-souris classées menacées au niveau européen dans l'annexe II de la directive HFF sont présentes en Allemagne (grand et petit rhinolophe, murin des marais, murin de Bechstein, murin à oreilles échancrées, grand murin et barbastelle). Les sept espèces exploitent toutes la forêt, mais le murin de Bechstein et le grand murin sont liés à la forêt d'une façon particulièrement intense. Il existe régionalement encore des populations stables de ces espèces. Pour les deux espèces le centre de gravité se situe dans le sud de l'Allemagne. Leur survie dépend très fortement de l'espace forestier (voir Fig. 9 et 10). Le murin à oreilles échancrées et la barbastelle existent en Allemagne. Le centre de répartition pour la première espèce se trouve de nouveau dans le sud de l'Allemagne (gîtes de reproduction en Bade-Wurtemberg et Bavière), la barbastelle peut par contre être rencontrée en faible densité presque partout en Allemagne. La forêt représente aussi pour ces deux espèces sur l'année une partie importante de leur habitat (voir chap. 3.1 et Steinhäuser *in* MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Les deux rhinolophes par contre n'apparaissent plus que rarement en Allemagne. La dernière colonie de reproduction du grand rhinolophe se trouve en Bavière, et on connaît encore à peu près 27 colonies d'été de sa petite espèce jumelle. Son centre de répartition se trouve en Thuringe et Saxe (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1999). Le taux d'utilisation de la forêt n'est pas vraiment connu, mais la forêt est essentielle comme habitat des deux espèces. Le murin des marais n'utilise la forêt que rarement et irrégulièrement comme site à gîte et n'y chasse pratiquement pas. On ne connaît actuellement aucune colonie de reproduction en Allemagne du minioptère de Schreibers, la huitième espèce de l'annexe II parmi les chauves-souris.

Surfaces hors traitement régulier

Ces surfaces forestières ne sont pas des zones protégées au sens propre. Souvent pour des raisons d'économie ou fiscales, elles sont installées sous un régime hors traitement régulier. L'exploitation forestière y est souvent en dessous de 1 m³/an/ha (forêt exploitée normalement 3,7 m³/an/ha). A cause de cette exploitation réduite, il y a un potentiel élevé en vieux bois qui peut représenter une offre riche en cavités. Il faudrait inclure ces parcelles dans le réseau des zones protégées et maintenir leur statut particulier.

Espaces PED (Bavière seulement) – zones non forestières (protéger, entretenir, développer)

Ce sont des parcelles sans ou avec faible boisement qu'il faut protéger, entretenir et développer pour des raisons de protection d'espèces et de biotopes (p. ex. tourbières).

La définition de zones de protection n'a de sens que si ces zones constituent un réseau. Le lien doit être assuré par la forêt de production. Il faut intégrer les zones protégées à l'intérieur.

5. LA RECHERCHE CHIROPTÉROLOGIQUE EN FORÊT

5.1. BESOINS EN RECHERCHE

Les résultats du chap. 3 posent une série de questions qui restent ouvertes. Les connaissances sur certaines espèces de chauves-souris ont beaucoup augmenté, mais certaines questions sont restées sans réponses. Les points suivants pourraient inciter à réaliser de nouvelles études.

Murin de Bechstein

- Elargir les connaissances détaillées sur la répartition et la densité des populations de cette espèce dans les forêts allemandes, surtout dans les massifs riches en feuillus (p. ex. Bergisches Land, Weserbergland, Eifel, Rothaargebirge, Taunus, Spessart, Odenwald, etc.).
- Elargir les connaissances sur les exigences écologiques dans des forêts résineuses. Quantifier les exigences en territoire d'une colonie, voire d'un groupe de reproduction en forêt résineuse en comparaison avec la forêt feuillue, et les différences concernant les habitats de chasse.

Murin de Brandt

- Poursuite des études de l'exploitation de l'habitat sous l'aspect de «l'exploitation saisonnière de la forêt» dans les différents espaces naturels et massifs forestiers allemands.
- Distinctions des habitats du murin de Brandt et du murin à moustaches (syntopie).
- Poursuite des campagnes de monitoring et de baguage pour l'observation de l'exploitation des habitats et des migrations saisonnières.

Grand murin

- Sur une colonie en Allemagne, dont l'environnement présente un taux élevé (env. 50%) d'espace ouvert avec des prairies et des champs dans un rayon allant jusqu'à 10 km et où les chauves-souris peuvent choisir entre des forêts résineuses et feuillues: vérification des résultats suisses, où le grand murin chasse surtout en dehors de la forêt.

- Poursuite de l'observation des colonies sur l'ensemble du territoire allemand et documentation des modifications du paysage pendant 10 ans, comme les forêts et les prairies dans des rayons de 10 km autour des colonies.

Noctule commune (voir aussi Weid in MESCHEDE *et al.*, 2002)

- Recherche sur les routes réelles de migration par l'essai et l'utilisation des techniques les plus modernes de communication mobile (les noctules communes suivent-elles les rivières et les forêts alluviales ?).
- Fidélité au lieu de baguage: les noctules communes retournent-elles dans les mêmes lieux de repos ?

Noctule de Leisler

- Elargissement des connaissances sur la répartition et la densité des populations de cette espèce dans les forêts allemandes.
- Recherche comparative de l'attitude de migration par marquage entre la noctule de Leisler et la pipistrelle de Nathusius.
- Où hibernent les noctules de Leisler en Europe centrale? Etudes des lieux de repos, des territoires d'hibernation et des exigences envers le gîte.
- Fidélité envers le lieu de baguage: La noctule de Leisler retourne-t-elle aux mêmes lieux de repos ?

Pipistrelle de Nathusius

- Installation de zones à nichoirs dans des vallées (distantes jusqu'à 5 km de la rivière) qui sont utilisées comme route de migration, pour savoir si les pipistrelles de Nathusius séjournent lors des migrations prioritairement en forêts ripicoles.
- Recherche sur la dynamique des migrations: à quelle vitesse les mâles et les femelles migrent-ils?
- Fidélité au lieu de baguage: les pipistrelles de Nathusius retournent-elles dans les mêmes lieux de repos ?

Pipistrelle 55 kHz

- Elargissement des connaissances sur la répartition et la densité des populations de cette espèce en Allemagne.
- Exigences d'une colonie en terme d'habitat et de surface de territoire.
- Quelle est la différence nette vis-à-vis de l'habitat de la pipistrelle commune 55 kHz (*Pipistrellus pygmaeus/mediterraneus*) et de la pipistrelle commune

(*Pipistrellus pipistrellus*)? Est-ce que la *Pipistrellus pygmaeus/mediterraneus* représente sa forme forestière ?

Barbastelle

- Elargissement des connaissances sur la répartition et la densité des populations de cette espèce dans les forêts allemandes.
- Elargissement des connaissances par études comparatives des exigences en gîte et habitat dans des forêts très différentes.

Murin à oreilles échancrées

- Elargissement des connaissances sur la répartition et la densité des populations de cette espèce dans les forêts allemandes.
- Exigences en habitat et territoire d'une colonie.

Sérotine de Nilsson

- Exigences d'une colonie en terme d'habitat et de surface de territoire.

Sérotine bicolore

- Exigences d'une colonie en terme d'habitat et de surface de territoire.

Questions générales, études à long terme

- Etudes comparatives par des méthodologies identiques dans deux forêts à différences extrêmes (p. ex. pessière pure contre forêt mélangée à feuillus, forêt jardinée contre taillis, vaste massif – au moins 10-15 000 ha – contre massif fragmenté, 50:50 forêt: milieu ouvert).
- Où hibernent les chauves-souris en forêt (études avec clichés infrarouges) ?
- Réactions à différents traitements (p. ex. coupe rase en imitation de calamités naturelles, utilisation de pulvérisations pour réduire l'offre alimentaire) de la population des chauves-souris (études avant/après).
- Etude systématique d'un arbre à gîte occupé par des chauves-souris dans un rayon d'au moins 200 m: quels arbres sont préférés comme arbres-gîtes ? (voir aussi KALCOUNIS, 1994)
- Est-ce que l'offre en gîte est le facteur limitant en forêt? Une étude scientifiquement fondée devrait se pencher sur ce point dans un grand massif forestier pendant une durée d'au moins 10 ans avec entre autres le contenu suivant:

- recensement zéro : combien de gîtes naturels sont présents dans une forêt sans nichoirs ?
- quels changements dans cette offre en gîtes en cavité d'arbre (quantité et qualité) d'une année à l'autre («turn-over»)?
- bagage d'autant de chauves-souris que possible.
- installation de nichoirs dans une forêt pour doubler l'offre en gîte.
- contrôles de nichoirs et cavités naturelles réguliers et abondants avec suivi des populations de chauves-souris : est-ce qu'il y a un glissement des populations d'une moitié du massif à l'autre ? Quel changement dans la palette des espèces ? Quelle concurrence par d'autres cavicoles ?
- Est-ce que la quantité et l'accessibilité de l'alimentation représentent un facteur limitant ? Etudes comparatives de la biomasse dans toutes les strates des forêts à différents traitements et composition dans une même aire naturelle et en accompagnement de captures de chauves-souris.
- Etudes de la faune de chauve-souris dans des parcs naturels en Allemagne en référence à certaines forêts, aires naturelles, étages climatiques et d'altitude.

5.2. RECOMMANDATIONS POUR MENER DES ÉTUDES SUR LES CHAUVES-SOURIS FORESTIÈRES

Les chauves-souris, animaux très mobiles et actifs de nuit, échappent rapidement à l'observation directe par l'homme. Les études dans leurs habitats sont donc toujours problématiques. Les quelques indications qui suivent sont destinées aux propriétaires, forestiers et bûcherons d'une part, mais aussi aux personnes menant des recherches en forêt (voir aussi chap. 4.3).

Les moments d'observation

Les meilleurs moments d'observation sont le crépuscule et l'aube. Les cris sociaux des chauves-souris émis le soir peu avant la sortie du gîte sont audibles pour l'homme. Le comportement «d'essaimage» a lieu entre 30 et 90 minutes avant le lever du soleil. A ce moment plusieurs animaux tournent près du gîte et la probabilité d'observations par vue directe ou par détection des ultrasons augmente nettement. On peut ainsi découvrir des gîtes. Les saisons d'observation se situent entre mars et novembre, et même jusqu'en décembre. Aux époques des migrations en avril-mai et en août-septembre, et après l'envol des jeunes à partir de la mi-juillet, le nombre d'individus augmente et les probabilités d'observation aussi.

Pour être exploitables, les données doivent être récoltées sur une période d'au moins 10 ans.

Méthodes

Seule la combinaison de différentes méthodes de recensement peut donner une représentation à peu près complète de la faune des chauves-souris. Plusieurs contrôles des nichoirs par an, des contrôles au détecteur, éventuellement des captures au filet et au gîte devraient être systématiques. Quand le massif est une forêt alluviale ou périfluviale, il faudrait intensifier les contrôles de nichoirs entre avril et mi-mai, et août/septembre. Il est utile de vérifier la réussite de la reproduction à partir de la seconde moitié de juillet. Sans l'encadrement par un expert il faudra se limiter en juin à des comptages d'envol. Un contrôle sans identification des espèces n'a que peu d'intérêt. Des inventaires spécifiques au détecteur nécessitent de l'expérience pour interpréter les sons. Mais des études sur l'activité peuvent être menées ainsi à toute saison (voir à ce propos aussi les «boîtes d'écoute», chap. 2 et Dense & Rahmel in MESCHEDÉ *et al.*, 2002). Le meilleur moment pour cartographier les cavités d'arbres se situe après la chute des feuilles, en hiver.

Planification et exécution

Lors de la planification des études sur les chauves-souris forestières, il faut tenir compte des efforts personnels et financiers. Pour des études télémétriques, il est utile de travailler avec quatre personnes. Les captures au filet nécessitent aussi de l'expérience pour travailler efficacement avec les plus grandes longueurs de filets possibles. Le contrôle de nichoirs peut être exécuté par des personnes seules, s'il ne faut pas d'échelles lourdes, mais le travail est facilité à deux. Pour des captures en cavités d'arbres, il faut deux à trois personnes.

REMERCIEMENTS

Le programme fédéral présenté, dont un des objectifs était aussi la mobilisation des informations et des connaissances non valorisées, ne pouvait être réalisé qu'avec la volonté et la disponibilité de nombreux collaborateurs et passionnés de la protection des chauves-souris. Les différents sous-programmes ont nécessité pendant trois ans le travail de plus de 100 personnes entre Kiel et Rosenheim, Prenzlau et Saarbruck. Nous remercions ici très cordialement tous ceux qui ont participé au programme ; depuis la phase de l'élaboration jusqu'aux nombreuses discussions de sa phase finale, beaucoup n'ont pas ménagé engagement personnel, intérêt, bien-

veillance, critique constructive, soutien et temps. Le rassemblement des informations présentées ici nécessitait l'aide de tous. La discussion avec les représentants des forestiers a été tout particulièrement fertile. Elle nous a permis de concrétiser nos déclarations et conseils.

Les participants des différents sous-programmes (voir aussi chap. 2, Tableau 1) étaient :

Alfons Aigner (Freising), Klaus Albrecht (Nürnberg), Andreas Arnold (Mannheim), Lothar Bach (Bremen), Andreas Bausch (Landsberg/Lech), Martin Biedermann (Weimar), Udo Binner (Schwerin), Torsten Blohm (Prenzlau), Robert Brinkmann (Freiburg/Hannover), Steffen Butzeck (réserve de biosphère Spreewald), Carsten Dense (Osnabrück), Irmgard Devrient (Holzwickede), Ralf Frank (Rothenburg/Fulda), Malte Fuhrmann (Oberwallmenach), Andreas Gleich (Erlangen), Olaf Godmann (Niedernhausen), Matthias Hammer (Erlangen), Christine Harbusch (Perlkesslingen), Carsten et Andrea Harrje (Heikendorf), Sandra Heinze (Berlin), Edmund Hensle (Freiburg), Arndt Hochrein (Pließkowitz), Jennifer Holzhaider (München), Dr Rainer Hutterer (Bonn), Thomas Hüttner (Neufahrn), Steffen Hahn (Dessau), Klaus Hanschick (réserve de biosphère Spreewald, Lübbenau), Carsten Kallasch (Berlin), Dr Gerald Kerth (Zürich), Andreas Kiefer (Mainz), Dr Friedrich Kretschmar (Freiburg), Eva Kriner (Herrsching), Karl Kugelschafter (Lohra), Dr Ralph Labes (Schwerin), Stefan Labes (Parchim), Martin Lehnert (Berlin), Bernhard Leitner (Dillingen), Eberhard Leuthold (Stecklenberg), Gerhard Mäscher (Hasbergen), Gerhard Maetz (Luckenwalde), Sandra Maier (Riedering), Frank Meisel (Borna), Elke Mühlbach (Hannover), Bernd Ohlendorf (Stecklenberg), Lars Ohlendorf (Stecklenberg), Sabine Prokoph (München), Ulf Rahmel (Delmenhorst), Sharon u. Horst Schauer-Weissenhahn (Freiburg), Christoph Schreiber (Maxdorf), Dirk Steinhäuser (Zossen), Jens Tauchert (Nackenheim), Christoph Tress (Meiningen), Johannes Tress (Meiningen), Michael Wagner (Würzburg), Bernhard Walk (Freising), Roland Weid (Grafing), Klaus Weissmann (Würzburg), Reinhard Wohlgemuth (Holzwickede), Andreas Woiton (Borna), Andreas Wolf (Freising), Dr Irmhild Wolz (Neunkirchen a. Br.), Claudia Ziegler (Freising).

D'autres participants sont cités in MESCHÉDE *et al.*, 2002 dans les rapports des membres du programme.

Plus de 50 personnes ont participé plus ou moins intensément aux observations des migrations de noctules communes. La liste est contenue dans le rapport de Roland Weid in MESCHÉDE *et al.*, 2002.

Matthias Grimm (Bamberg), Franz-Georg Kolodzie (Reichshof), Christoph Kuthe (Kleinmachnow), Peter Prys Witt (Rodewald) **ont mis courtoisement à disposi-**

tion le fruit de leurs études et contrôles sous forme de notes privées.

Werner Ackermann (München), Bettina et Detlev Cordes (Nürnberg), Dr h.c. Jürgen Gebhard (Basel), Prof. Dr Otto von Helversen (Erlangen), Ingrid Hoffmann (Hallbergmoos), Philippe Lustrat (F - Veneux les Sablons), Dr Eric Petit (CH - Lausanne), Dr Hubert Roer (Bonn), Sebastian Roué (F - Besançon), Dr Jens Sachteleben (Wörth-Hofsingelding), Axel Schmidt (Beeskow), François Schwaab (F - Gondreville), Dr Friederike Spitzenberger (Wien), Dr Hans-Peter Stutz (Zürich), Dr Andreas Zahn (Waldkraiburg), Dr Ulrich Zöphel (Radebeul) **ont participé à la mise en place du manuscrit (technique, informatique, équipement).**

Dr Ludwig Albrecht (Office de forêt d'Uffenheim), Martin Biedermann (Weimar), Peter Boye (Bonn), Hartmut Geiger (Luisenthal), Dr Günter Heise (Fürstenwerder), Dr Rüdiger Krahe (Riverside), Rudolf Leitel (Amberg i.d. Opf.), Dr Frieder Mayer (Erlangen), Bernd-Ulrich Rudolph (Augsburg), Dr Jens Sachteleben (Wörth-Hofsingelding), Georg Schlapp (Oberschleißheim), Lothar Schmid (Inspection des forêts – sud, direction des finances Nürnberg – secteur des forêts fédérales), Olaf Schmidt (Ministère bavarois de l'alimentation, agriculture et forêts à Munich), Wigbert Schorcht (Halle/Saale), Christoph Tress (Meiningen), Johannes Tress (Meiningen), Roland Weid (Grafing) **ont apporté leurs idées lors de l'élaboration du programme et pour la réalisation du manuscrit.**

Au cours de deux enquêtes auprès des administrations forestières, sur la présence de chauves-souris et l'emploi de nichoirs dans les forêts publiques, nous avons reçu des réponses des directions des länders et des offices suivants :

BW: District forestier d'état Hartheim. **BY:** Offices de Bamberg, Heideck, et districts de Möhrensdorf, Schlaumersdorf, Reichenbach, Neunburg v.W. **BB:** Gräbendorf, maison de la forêt. **MV:** direction forestière du land. **NW:** Offices de forêt domaniale d'Arnsberg, Bad Driburg, Paderborn, Wesel (district de Leucht, Dämmerwald), Bonn (Kottenforst-Ville), Hürtgenwald, Mönchengladbach, agence forestière de Königswinter, office de Mettmann, Eschweiler, Bergisch-Glatzbach, Lage. **RP:** Institut d'études forestières de Trippstadt. **SN:** Office Bad Muskau. **ST:** Établissement forestier du land. **TH:** Établissement des bois et forêts du land.

Nous avons reçu des informations sur la présence de chauves-souris par quelques administrations des parcs nationaux et de réserves de biosphère (NP, BSR): PN Jasmund, PN Bayerischer Wald, PN Berchtesgaden, PN Vorpommersche Boddenlandschaft, RB Spreewald (voir aire d'étude n°9), RB Pfälzer Wald, RB Vessertal-Thüringer Wald.

RÉSUMÉ

Le présent travail, «Écologie et protection des chauves-souris en milieu forestier», décrit les résultats d'un projet de recherche et de développement national qui s'est déroulé en Allemagne sur trois ans et auquel ont participé plus de 100 experts.

En plus d'une importante recherche bibliographique, des études sur la présence et l'écologie de différentes espèces de chauves-souris en milieu forestier ont été effectuées. La télémétrie a été particulièrement employée chez des espèces dont les exigences écologiques sont encore assez mal connues : barbastelle, murin de Brandt, noctule de Leisler, murin de Natterer, murin de Bechstein, pipistrelle de Nathusius. A l'aide de différentes méthodes (captures au filet, contrôles au détecteur d'ultrasons, contrôles de gîtes), la présence de chauves-souris dans différentes forêts a été évaluée. Les forêts alluviales et leur rôle pour les espèces de chauves-souris migratrices comme la noctule commune et la pipistrelle de Nathusius ont été particulièrement étudiés. Des observations de migration, des baguages et des recaptures ont livré d'autres indices sur l'importance des forêts bordant les rivières. Dans certains secteurs forestiers, des données d'inventaires ont été recoupées avec les données de télémétrie concernant l'écologie des chauves-souris.

Pour l'ensemble des 20 espèces de chauves-souris présentes régulièrement en Allemagne, l'utilisation plus ou moins intensive de l'habitat «forêt» a pu être confirmée. Les gîtes de mise bas en forêt ont été utilisés régulièrement par les espèces suivantes: murin de Bechstein, murin de Natterer, oreillard roux, noctule commune, noctule de Leisler, murin de Brandt, murin de Daubenton, barbastelle, pipistrelle de Nathusius. Pour les autres espèces (murin à moustaches, murin à oreilles échancrées, grand murin et pipistrelle commune – type «55KHz» inclus) seuls quelques individus isolés (en général des mâles) utilisaient de temps à autre des trous d'arbres naturels; des gîtes de mise bas en forêt semblent être une exception pour ces espèces. Les aires de chasse et sources de nourriture de toutes ces espèces se situent régulièrement en forêt, le long des lisières et dans les clairières. Dans l'ordre décroissant de l'intensité d'exploitation du milieu forestier, on trouve: murin de Bechstein (presque exclusif), grand murin, barbastelle, oreillard roux, pipistrelle de Nathusius, murin de Natterer, murin de Brandt, petit rhinolophe, grand rhinolophe, murin à moustaches, noctule de Leisler, murin à oreilles échancrées, sérotine commune, murin de Daubenton, oreillard gris, sérotine de Nilsson, pipistrelle commune, noctule commune, murin des marais, sérotine bicolore.

Les gîtes forestiers occupés par les chauves-souris sont essentiellement des trous creusés par la pourriture et

les pics, et des fentes qui résultent du décollement de l'écorce. Les espèces sélectionnent différents types de gîtes selon leurs besoins spécifiques. La découverte, grâce à la télémétrie, que la barbastelle utilise presque exclusivement des fentes sous écorce est importante pour l'exploitation forestière. L'observation de changements fréquents, parfois quotidiens, de gîte laisse présumer que ceux-ci doivent être présents en grand nombre. Par exemple, une colonie de mise bas de murin de Bechstein a besoin d'au moins 50 gîtes différents. Ce besoin d'un grand nombre de gîtes pour les colonies de mise bas a également été documenté pour d'autres espèces.

Lors de la chasse, les espèces de chauves-souris se répartissent dans toutes les strates de la forêt. Depuis l'espace aérien au-dessus des couronnes d'arbres jusqu'au sol, toutes les niches sont utilisées pour la chasse. De surcroît, certaines espèces peuvent utiliser de manière différenciée les différentes phases de développement de la forêt. Par exemple, les fortes productions d'insectes associées aux parcelles en régénération et aux clairières sont exploitées de manière ciblée par quelques espèces.

La taille des territoires de chasse et/ou des rayons d'action individuels varie selon les espèces de quelques dizaines à plusieurs centaines d'hectares. Les murins de Bechstein ont montré une liaison individuelle très forte à des territoires de chasse traditionnels d'une année à l'autre. Pour la protection, la stabilité dans le temps des habitats forestiers a donc une grande importance. L'aire minimale dans un biotope optimal pour une colonie de mise bas de 20 femelles de murin de Bechstein est estimée à 250-300 ha de forêt de feuillus très structurée comprenant 20-30% de sous-bois. Une colonie qui occupe une forêt moins structurée, comme par exemple une forêt à dominance de conifères, doit probablement se répartir sur une surface plus grande. Pour le grand murin, qui trouve sa nourriture à 75% dans la forêt, l'aire minimale pour une colonie de mise bas de 270 individus est estimée à 70-80 km² (7-8000 ha). Le type de forêt le plus important pour cette espèce présente une faible couverture au sol, ce qui facilite la chasse de coléoptères (Carabidés).

Des recommandations pour l'exploitation forestière découlent des résultats de ce projet :

- * Eviter les surfaces déboisées de plus de 0,5 à 1ha.
- * Gérer les gîtes sur deux niveaux avec le but d'offrir durablement et constamment 25-30 gîtes potentiels par hectare dans les parcelles âgées, répartis sur 7-10 arbres marqués :

Niveau 1 : assurer la présence d'un réseau d'arbres dans lesquels existent des trous de pourriture ou de pics, des fentes et de l'écorce décollée. Les distances entre groupes de gîtes ne devraient pas dépasser 1000 m.

Niveau 2 : monter un réseau de remplacement pour les arbres du niveau 1. Des arbres comportant des traces de trous ou d'autres qualités écologiques comme des champignons devraient être choisis de préférence.

- * Marquer visiblement et conserver les arbres servant de gîte pour les chauves-souris.
- * Transformer les forêts de conifères pures en forêts mixtes avec des espèces locales et augmenter la durée de vie des parcelles.
- * Lors d'élagages pour cause de sécurité routière ou de présence de nuisibles, sécuriser (stabiliser) les arbres ou branches occupés par des chauves-souris.
- * Utiliser des nichoirs uniquement de manière transitoire jusqu'à maturation d'un nombre suffisant d'arbres à gîtes potentiels ; la mise en place d'un ensemble de nichoirs pour pallier à un manque de gîtes naturels n'est pas adéquate à long terme.
- * Selon le type de forêt et les espèces de chauves-souris présentes, différentes mesures de protection des territoires de chasse peuvent être appliquées :
 - pour des chasseurs aériens, laisser des clairières et des espaces se développer et exploiter les arbres par groupes ;
 - pour les espèces qui chassent dans la végétation, entretenir le sous-bois jusqu'à une couverture de 20-30% ; dégager partiellement la canopée pour augmenter la pénétration de la lumière, favoriser un espace peu encombré à 1 m du sol ;
 - favoriser les zones de couronnes d'arbres avec une grande production alimentaire ; laisser les très vieux arbres et augmenter la pénétration de la lumière autour d'eux ;
 - favoriser les sources alimentaires en laissant se développer des bas-côtés riches en fleurs le long des chemins forestiers, et en laissant en friche les lisières sur env. 30 m de largeur ; mettre en place des étangs (au moins 100-200 m²) et des surfaces herbeuses, permettre que des zones autrefois humides le redeviennent ;
 - éviter l'utilisation de pesticides et surtout d'insecticides.

Des mesures complémentaires de protection des chauves-souris dans la forêt comprennent la détection et le comptage de chauves-souris, des recensements périodiques de trous d'arbres (également dans le cadre des exploitations forestières et des inventaires des biotopes forestiers), des séances de formation pour propriétaires, exploitants et travailleurs forestiers, et la mise en place d'un réseau de surveillants.

RÉFÉRENCES

- AELLEN, V. 1962. Le baguement des chauves-souris au col de Bretolet (Valais). *Archs Sci. Genève* 14 : 365-392.
- AELLEN, V. 1983. Migration des chauves-souris en Suisse. *Bonner zool. Beitr.* 34 : 3-27.
- AHLÉN, I. 1981. Feldbestimmung skandinavischer Fledermäuse anhand ihrer Laute. *Sw. Univ. Agr. Sci., Dept. of Wildlife Ecology Report* 6 : 1-52.
- ALBRECHT, K. 1992. Phänologie des Abendseglers (*Nyctalus noctula*, Schreber 1774) im Mittelfränkischen Becken und telemetrische Verhaltensbeobachtungen an ausgewilderten Jungtieren. Dipl.-arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- ALBRECHT, K. & M. HAMMER. 1993. Die Fledermausfauna des Fichtelgebirges. Abschlussbericht Kartierung i.A. des Naturparks Fichtelgebirge : 119 S.
- ALBRECHT, R. 1998. Nach dem Grauen Langohr (*Plecotus auritus*) nun auch das Braune Langohr (*Plecotus auritus*) in styroporausgekleideten Plastikästen überwintert. *Nyctalus* 6(6) : 637.
- ALTUM, B. 1876. Forstzoologie, I. Säugethiere. Verlag Julius Springer Berlin, 2. Aufl.
- ANDERA, M. & J. CERVENY. 1994. Atlas of distribution of the mammals of the Sumava Mts. region (SW-Bohemia). *Acta Scient. Nat. Brno* 28(2-3) : 1-111.
- ANDERSON, M.E. & P.A. RACEY. 1991. Feeding behaviour of captive Brown Long-Eared Bats, *Plecotus auritus*. *Anim. Behav.* 42 : 493.
- ANTHONY, E.L.P. & T.H. KUNZ. 1977. Feeding strategies of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in southern New Hampshire. *Ecology* 58 : 775-786.
- ARLETTAZ, R. 1995. Ecology of the sibling mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*). Martigny, Horus Publishers.
- ARLETTAZ, R. 1996. Foraging behaviour of the gleaning bat *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in the Swiss Alps. *Mammalia* 60(2) : 181-186.
- ARLETTAZ, R., A. LUGON, A. SIERRO & M. DESFAYES. 1997. Les chauves-souris du Valais (Suisse) : status, zoogéographie et écologie. *Le Rhinolophe* 12 : 1-42.
- ARLETTAZ, R., M. RUEDI & J. HAUSSER. 1993. Ecologie trophique de deux espèces jumelles et sympatriques de chauves-souris : *Myotis myotis* et *Myotis blythii* (Chiroptera : Vespertilionidae). Premiers résultats. *Mammalia* 57 : 519-531.
- ARNOLD, A. 1999. Zeit-Raumnutzungsverhalten und Nahrungsökologie rheinauenbewohnender Fledermausarten (Mammalia : Chiroptera). Dissertation Univ. Heidelberg : 300 S.
- ARNOLD, A., M. BRAUN, N. BECKER & V. STORCH. 1996a. Untersuchungen zur Biologie der Wasserfledermaus in den nordbadischen Rheinauen. *Z. Säugetierkunde* 61 [6 (Sonderheft)] : 6.
- ARNOLD, A., A. SCHOLZ, V. STORCH & M. BRAUN. 1996b. Zur Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii* Keyserling & Blasius, 1839) in den nordbadischen Rheinauen. *Carolinaea* 54 : 149-158.
- ARNOLD, H. & J. SACHTELEBEN. 1993. Die Fledermäuse im Raum Bayreuth. *Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth* 22 : 173-212.
- AUDET, D. 1990. Foraging behavior and habitat use by a gleaning bat, *Myotis myotis* (Chiroptera : Vespertilionidae). *J. Mammal.* 71(3) : 420-427.
- BAAGØE, H.J. 1987. The Scandinavian bat fauna : adaptive wing morphology and free flight in the field. In : M.B. FENTON, P. RACEY, J.M.V. RAYNER (eds). Recent advances in the study of bats, Cambridge University Press : 57-74.

- BACHMANN, R. & T. PRÖHL. 1990. Erste Nachweise der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) in FS1-Kästen. *Nyctalus* 3(2): 159-160.
- BARCLAY, R.M. 1985. Long- versus short-range foraging strategies of Hoary (*Lasiurus cinereus*) and Silver-Haired (*Lasiorycteris noctivagans*) Bats and the consequences for prey selection. *Can. J. Zool.* 63: 2507-2515.
- BARLOW, K.E. 1997. The diet of two phonic types of the bat *Pipistrellus pipistrellus* in Britain. *J. Zool., Lond.* 234: 597-609.
- BASCHNEGGER, H. 1986. Die Fledermäuse Vorarlbergs unter spezieller Berücksichtigung des Bregenzerwaldes und der Arten *Plecotus auritus* und *Rhinolophus hipposideros*. Dissertation Univ. Wien: 104 S.
- BASTIAN, H.V. 1988. Vorkommen und Zug der Raauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii* Keyserling und Blasius, 1839) in Baden-Württemberg. *Z. Säugetierkunde* 53: 202-209.
- BAUER, K. 1960. Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes. *Bonn. Zool. Beitr.* 2-4 (11): 214-344.
- BAUER, K. & V. WEISSENSTEINER. 1987. Die holozäne Fledermausfauna des Katerloches bei Weiz, Steiermark (Mammalia, Chiroptera). *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum* 40: 25-40.
- BAUEROVÁ, Z. 1978. Contribution to the Trophic Ecology of *Myotis myotis*. *Folia Zool.* 27(4): 305-316.
- BAUEROVÁ, Z. 1982. Contribution to the trophic ecology of the Grey Long-Eared Bat, *Plecotus austriacus*. *Folia Zool.* 31: 113-122.
- BAUEROVÁ, Z. 1986. Contribution to the trophic bionomics of *Myotis emarginatus*. *Folia Zool.* 35 (4): 305-310.
- BAUEROVÁ, Z. & A.L. RUPRECHT. 1989. Contribution to the knowledge of the trophic ecology of the Parti-Coloured Bat (*Vespertilio murinus*). *Folia Zool.* 38: 227-232.
- BÄUMLER, W. 1988. Fledermäuse und Bilche in Nistkästen-Eine Erhebung in Bayern. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 61: 149-152.
- BÄUMLER, W. 1998. Fledermäuse in den Wäldern Bayerns. *AFZ/ Der Wald* 15: 813-814.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN. 1987. Der Wald im bayerischen Hochgebirge. Schriftenreihe des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Heft 1: 1-52.
- BECK, A. 1991. Nahrungsuntersuchungen bei der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri* (Kuhl, 1818). *Myotis* 29: 67-70.
- BECK, A. 1995. Fecal analyses of European bat species. *Myotis* 32/33: 109-119.
- BECK, A., S. GLOOR, M. ZAHNER, F. BONTADINA, T. HOTZ, M. LUTZ & E. MÜHLEHALER. 1997. Zur Ernährungsbiologie der Grossen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* in einem Alpental der Schweiz. Tagungsband «Zur Situation der Hufeisennasen in Europa»; Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (Hrsg.): 15-18.
- BECK, A., H.P. STUTZ & V. ZISWILER. 1989. Das Beutespektrum der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*). *Revue suisse Zool.* 96(3): 643-650.
- BELWOOD, J.J. & J.H.I. FULLARD. 1984. Echolocation and foraging behaviour in the Hawaiian hoary bat, *Lasiurus cinereus semotus*. *Can. J. Zool.* 62: 2113-2120.
- BENK, A. & R. BERNDT. 1981. Der Kleinabendsegler *Nyctalus leisleri* (KUHLE, 1818) in der Bickelsteiner Heide (Niedersachsen). *Braunschw. Naturk. Schr.* 1(2): 177-182.
- BENK, A. & H. HECKENROTH. 1991. Beiträge zum Fledermaus-schutz in Niedersachsen 2. Zur Verbreitung und Population-entwicklung des Mausohrs *Myotis myotis*, Borkhausen 1797, in Niedersachsen. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 26: 121-130.
- BENZAL, J. 1990. El uso de cajas anidaderas para aves por murciélagos forestales. *Ecología* 4: 207-212.
- BERND, D. & G. EPPLER. 1996. Erfassung der Fledermausfauna und Schutzvorschläge zu ihrer Erhaltung im Niederwald bei Fehlheim/Rodau. *Unveröff. Gutachten i.A. der Stadt Bensheim*: 16 S.
- BIEDERMANN, M. 1996. Zur Fledermausfauna des Hainichs. *Studie im Auftrag des Staatl. Umweltamtes Sondershausen*: 22 S.
- BIEDERMANN, M. 1997. Das Artenhilfsprogramm Kleine Hufeisennase in Thüringen. Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V.: Tagungsband «Zur Situation der Hufeisennasen in Europa»; Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (Hrsg.): 27-32.
- BIEDERMANN, M. 1999. Untersuchungen zur Habitatsituation der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) in Mitteldeutschland. Dipl.-arbeit Univ. Halle-Wittenberg: 114 S.
- BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER. 1998. Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 434 S.
- BLUME, D. 1993. Die Bedeutung von Alt- und Totholz für unsere Spechte. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 67: 157-162.
- BOLDHAUS, R. 1988. Fledermäuse im Wald. Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen in einem niedersächsischen Kasten-Versuchsgebiet. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 17: 40-43.
- BONTADINA, F., A. BECK, S. GLOOR, T. HOTZ, M. LUTZ & E. MÜHLEHALER. 1995. Jagt die Große Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* im Wald?-Grundlagen zum Schutz von Jagdgebieten der letzten grösseren Kolonie in der Schweiz. *Der Ornithologische Beobachter* 92(3): 325-327.
- BONTADINA, F., S. GLOOR & M. HEMMI. 1991. Grundlagen zum Schutz des Großen Abendseglers, der typischen baumhöhlenbewohnenden Fledermausart in den Wäldern der Stadt Zürich. *Eine Untersuchung i.A. des Forst- und des Gartenbaumamtes der Stadt Zürich*: 28 S.
- BONTADINA, F., T. HOTZ, S. GLOOR, A. BECK, M. LUTZ & E.A. MÜHLEHALER. 1997. Schutz von Jagdgebieten von *Rhinolophus ferrumequinum*. Umsetzung der Ergebnisse einer Telemetrie-Studie in einem Alpental der Schweiz. Tagungsband «Zur Situation der Hufeisennasen in Europa»; Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (Hrsg.): 33-39.
- BOYD, I. & R.E. STEBBINGS. 1989. Population changes of Brown Long-Eared Bats (*Plecotus auritus*) in bat boxes at Thetford Forest. *J. Appl. Ecol.* 26: 101-112.
- BROGGI, M. & G. WILLI. 1993. Waldreservate und Naturschutz. *Beitr. Naturschutz in der Schweiz* 13: 76 S.
- BRÜNNER-GARTEN, K. 1992. Schwarzspechterefassung in der Forsteinrichtung.-Info der Bayerischen Staatsforstverwaltung.
- BRÜNNER-GARTEN, K., E. GEYER & O. SCHMIDT. 1992. Zur Baumartenwahl von Spechtarten in Nordbayern. *Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz-Beiträge zum Artenschutz* 18.
- BUND NATURSCHUTZ IN BAYERN (BN). 1994. Wald, Forstwirtschaft und Naturschutz-BN-Positionspapier.

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.). 1995. Systematik der Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung (Kartieranleitung). *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* Heft 45: 153 S.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.). 1999. Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland/Bats and Bat Conservation in Germany: 112 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF). ca. 1992. Bundeswaldinventur 1986-1990. Bd. I: 118 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF). 1994. Der Wald in den neuen Bundesländern: 20 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF). 1997. Waldbericht der Bundesregierung: 54 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BMELF). 1998. Unser Wald-Natur- und Wirtschaftsfaktor zugleich. 51 S.
- BURESCH, I. & P. BERON. 1962. Zwei neue weitreichende Wanderungen der Fledermäuse. *Bull. Inst. Zool. Mus.* 11: 47-57.
- BURGER, F. 1999. Zum Nahrungsspektrum der Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus* Linné, 1758) im Land Brandenburg. *Nyctalus* 7(1): 17-28.
- CASTOR, T., K. DETTMER & S. JÜPTNER. 1993. Vom Tagesmenü zum Gesamtfräßspektrum des Grauen Langohrs (*Plecotus austriacus*) - 2 Jahre Freilandarbeit für den Fledermausschutz. *Nyctalus* 4/5: 495-538.
- CATTO, C.M.C. 1990. Foraging strategies of Serotine Bats (*Eptesicus serotinus*). A radiotracking study conducted in southern Britain. *Bat Research News* 31(3): 37.
- CATTO, C.M.C., A.M. HUTSON, P.A. RACEY & P.J. STEPHENSON. 1996. Foraging behaviour and habitat use of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in southern England. *J. Zool., Lond.* 238: 623-633.
- CERVENY, J. & P. BÜRGER. 1989. Density and structure of bat community occupying an old park (Zihbce, Czechoslovakia). *Proc. Fourth European Bat Research Symposium; Charles University Press Praha*: 475-486.
- CERVENY, J. & I. HORÁČEK. 1981. Comments on the life history of *Myotis nattereri* in Czechoslovakia. *Myotis* 18/19: 156-162.
- DE JONG, J. 1994. Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilssonii*, in a hemiboreal coniferous forest. *Mammalia* 58(4): 535-548.
- DEGN, H.J. 1983. Field activity of a colony of Serotine Bats (*Eptesicus serotinus*). *Nyctalus* 1(6): 521-530.
- DENSE, C. 1992. Telemetrische Studien zur Habitatnutzung und zum Aktivitätsmuster der Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* Schreber 1774 im Osnabrücker Hügelland. Dipl.-arbeit Univ. Osnabrück: 120 S.
- DENSE, C., K.-H. TAAKE & G. MÄSCHER. 1996. Sommer- und Wintervorkommen von Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*) in Nordwestdeutschland. *Myotis* 34: 71-79.
- DIETERICH, H. 1994. Fledermausschutz und Erfolgskontrollen aus dem Kreis Plön (Schleswig-Holstein). *Nyctalus* 5(3/4): 456-467.
- DIETERICH, H. 1998. Zum Einsatz von Holzbeton-Großhöhlen für waldbewohnende Fledermäuse und zur Bestandsentwicklung der Chiropteren in einem schleswig-holsteinischen Revier nach 30jährigen Erfahrungen. *Nyctalus* 6(5): 456-467.
- DIETERICH, H. & J. DIETERICH. 1988. Zur Ansiedelung von Waldfledermäusen in Schleswig-Holstein. *Myotis* 26: 153-159.
- DIETERICH, H. & J. DIETERICH. 1997a. Daumenkrallenabnutzung bei Fledermäusen in Holzbeton-Nistgeräten? *Nyctalus* 6(3): 309-310.
- DIETERICH, H. & J. DIETERICH. 1998. Erster Wochenstubenfund der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*) in Ostholstein. *Nyctalus* 6(6): 627-629.
- DIETERICH, H., J. DIETERICH & K.-P. PRYSWITT. 1998. Teichfledermäuse (*Myotis dasycneme*) mehrmals in Holzbeton-Nisthöhlen. *Nyctalus* 6(6): 551-553.
- DIETERICH, J. 1982. Vergleichende Beobachtungen über den Fledermausbesatz in verschiedenen Nistgeräten nach Untersuchungen in Schleswig-Holstein. *Myotis* 20: 38-44.
- DIETERICH, J. & H. DIETERICH. 1991. Untersuchungen an baumlebenden Fledermäusen im Kreis Plön. *Nyctalus* 4(2): 153-167.
- DIETERICH, J. & H. DIETERICH. 1997b. Modellschlüssel zum Aufhängen von Fledermaus-geeigneten Nistgeräten der Fa. Schwegler (in Forst, Park, großen Gärten). *Mitteilungsblatt BAG Fledermausschutz* 3: 9-10.
- DIETZ, M. 1993. Beobachtungen zur Lebensraumnutzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*, Kuhl, 1819) in einem urbanen Untersuchungsgebiet in Mittelhessen. Dipl.-arbeit Univ. Gießen: 93 S.
- DIETZ, M. 1997. Habitatansprüche ausgewählter Fledermausarten und mögliche Schutzaspekte. *Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg* 26: 27-57.
- DIETZ, M. & R. FRANK. 1994. Beobachtungen zum Überwinterungsverhalten des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) im Philosophenwald in Gießen (Hessen). In: Current problems of bat protection in Central and Eastern Europe, Symposium Bonn.
- DIXON, K.R. & J.A. CHAPMAN. 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology* 61: 1040-1044.
- DOLCH, D., K. THIELE, J. TEUBNER & J. TEUBNER. 1997. Beobachtungen an einer Wochenstube der Mopsfledermaus, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1771). *Nyctalus* 6(3): 211-213.
- EBENAU, C. 1995. Ergebnisse telemetrischer Untersuchungen an Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) in Mülheim an der Ruhr. *Nyctalus* 5(5): 379-394.
- EICHSTÄDT, H. 1995. Ressourcennutzung und Nischengestaltung in einer Fledermausgemeinschaft im Nordosten Brandenburgs. Dissertation TU Dresden: 113 S.
- EICHSTÄDT, H. 1997. Untersuchung zur Ökologie von Wasser- und Fransenfledermäusen (*Myotis daubentoni* und *M. nattereri*) im Bereich der Kalkberghöhlen von Bad Segeberg. *Nyctalus* 6(3): 214-228.
- EICHSTÄDT, H. & W. BASSUS. 1995. Untersuchungen zur Nahrungsökologie der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). *Nyctalus* 5: 561-584.
- ENTWISTLE, A.C., P.A. RACEY & J.R. SPEAKMAN. 1996. Habitat exploitation by a gleaning bat, *Plecotus auritus*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 351: 921-931.
- ENTWISTLE, A.C., P.A. RACEY & J.R. SPEAKMAN. 1997. Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. *J. Appl. Ecol.* 34: 399-408.
- FEILER, A., H.-J. KAPISCHKE, K. MISSBACH, M. WILHELM & U. ZÖPHEL. 1999. Die Säugetiere Dresdens und seiner Umgebung (Mammalia). *Faunist. Abh. Staatl. Mus. f. Tierkde. Dresden* 21(24): 341-375.
- FENTON, M.B. 1982. Echolocation calls and patterns of hunting and habitat use of bats (Microchiroptera) from Chillagoe, North Queensland. *Aust. J. Zool.* 30: 417-425.

- FENTON, M.B., I.L. RAUTENBACH, S.E. SMITH, C.M. SWANEPOEL, J. GROSELL & J.V. JAARVELD. 1994. Raptors and bats: threats and opportunities. *Anim. Behav.* 48: 9-18.
- FIEDLER, W. 1993. Paarungsquartiere der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) am westlichen Bodensee. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 75: 143-150.
- FIEDLER, W. 1998. Paaren-Pennen-Pendelzug: Die Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) am Bodensee. *Nyctalus* 6(5): 517-522.
- FISCHER, J.A. 1982. Zum Vorkommen der Fledermäuse im Bezirk Suhl. Teil 1. *Nyctalus* 1(4/5): 361-379.
- FISCHER, J.A. & S. KISSNER. 1994. Nachweis einer Wochenstube der Wasserfledermaus, *Myotis daubentoni* (Kuhl), in einem Vogelnistkasten bei Waren/Müritz sowie Bemerkungen zur Lebensweise und zur Artbearbeitung in Südhüringen. *Nyctalus* 5(2): 173-180.
- FLÜCKIGER, P.F. & A. BECK. 1995. Observations on the habitat use for hunting by *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). *Myotis* 32/33: 121-122.
- FRANK, R. 1997. Zur Dynamik der Nutzung von Baumhöhlen durch ihre Erbauer und Folgenutzer am Beispiel des Philosophenwaldes in Gießen an der Lahn. *Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen-Vogel und Umwelt* 9: 59-84.
- FRANK, R. & M.B. DIETZ. 1999. Fledermäuse im Lebensraum Wald. *Hessisches Ministerium für Umwelt Landwirtschaft und Forsten, Merkblatt* 37: 50-51.
- FRITSCH, M. 1991. Nistkastenbewohnende Fledermäuse im Forstamt Weiden i.d. Oberpfalz. Dipl.-arbeit Univ. München.
- FUHRMANN, M. 1989. Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz, Schwerpunktprogramm (1.4.2) Fledermausarten der Rheinaue. Unveröff. Bericht des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- FUHRMANN, M. 1991. Untersuchungen zur Biologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus* L., 1758) im Lennebergwald bei Mainz. Dipl.-arbeit Univ. Mainz.
- FUHRMANN, M. 1992. Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz, Schwerpunktprogramm (1.1): "Fledermausarten der Rheinauen". Unveröff. Gutachten des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- FUHRMANN, M. & O. GODMANN. 1991. Konsequenzen aus einer Baumhöhlenuntersuchung im Rheingau. *AFZ* 19: 982-983.
- FUHRMANN, M. & O. GODMANN. 1994. Baumhöhlenquartiere vom Braunen Langohr und von der Bechsteinfledermaus: Ergebnisse einer telemetrischen Untersuchung. In: Die Fledermäuse Hessens (Hrsg. AGFH), Verlag Manfred Hennecke: 181-186.
- FUHRMANN, M. & A. SEITZ. 1992. Nocturnal activity of brown long-eared bat (*Plecotus auritus* L., 1758): data from radio-tracking in the Lenneberg forest near Mainz (F.R.G.). *Wildlife Telemetry*: 538-548.
- GATTER, W. 1997. Fledermäuse in den Wäldern Baden-Württembergs. *AFZ/Der Wald* 2: 94-95.
- GATTER, W. & R. SCHÜTT. 1999. Langzeitentwicklung der Höhlenkonkurrenz zwischen Vögeln (*Aves*) und Säugetieren (Bilche *Gliridae*, Mäuse *Muridae*) in den Wäldern Baden-Württembergs. *Orn. Anz.* 38: 107-130.
- GAUCKLER, A. & M. KRAUS. 1970. Kennzeichen und Verbreitung von *Myotis brandti* (Eversmann, 1845). *Z. Säugetierkunde* 35: 113-124.
- GAUSS, R. 1972. In Vogelansiedlungsgebieten der Schwetzingen Hardt, Nordbaden, in den Jahren 1956-1972 nachgewiesene Fledermäuse. *Myotis* 10: 7-11.
- GAYER, K. 1886. Der gemischte Wald. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. *Verlag Paul Parey, Berlin*, 168 S.
- GEBERT, A.K. 1989. Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet bei Füssen. Dipl.-arbeit Univ. München.
- GEBHARD, J. 1984. *Nyctalus noctula*. Beobachtungen an einem traditionellen Winterquartier im Fels. *Myotis* 21/22: 163-170.
- GEBHARD, J. 1996. Fledermäuse in gefällten Bäumen: Erstmals auch das Mausohr (*Myotis myotis*). *Nyctalus* 6(2): 167-170.
- GEBHARD, J. 1997. Fledermäuse. *Birkhäuser Verlag*: 381 S.
- GEBHARD, J. 1999a. Falsch gemessen: Flugrekord eines Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*). *Pro Chiroptera aktuell* 16: 20-21.
- GEBHARD, J. 1999b. Gemeinsam im Winterquartier: Grosse Abendsegler (*Nyctalus noctula*) und Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) in einer gefällten Buche entdeckt. *Pro Chiroptera aktuell* 16: 6-8.
- GEBHARD, J. 1999c. Winterkolonie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) beim Abriss einer Scheune entdeckt. *Pro Chiroptera aktuell* 16: 12-14.
- GEBHARD, J. & K. HIRSCHI. 1985. Analyse des Kotes aus einer Wochenstube von *Myotis myotis* (Borkh., 1797) bei Zwingen (Kanton Bern, Schweiz). *Mitt. Naturf. Ges. Bern* 42: 145-155.
- GEBHARD, J. & M. OTT. 1985. Etho-ökologische Beobachtungen an einer Wochenstube von *Myotis myotis* (Borkh., 1797) bei Zwingen (Kanton Bern, Schweiz). *Mitt. Naturf. Ges. Bern* 42: 129-144.
- GEIGER, H. 1992. Untersuchungen zur Populationsdichte der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni* Kuhl, 1819) im Mittelfränkischen Teichgebiet. Dipl.-arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- GEIGER, H. & M. HAMMER. 1993. Wochenstubenfund der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber) in der Oberpfalz. Unveröff. Bericht i.A. des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz.
- GEISLER, H. & M. DIETZ. 1999. Zur Nahrungsökologie einer Wochenstubenkolonie der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) in Mittelhessen. *Nyctalus* 7(1): 87-101.
- GERBER, E., M. HAFFNER & V. ZISWILER. 1996. Vergleichende Nahrungsanalyse bei der Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) (Mammalia, Chiroptera) in verschiedenen Regionen der Schweiz. *Myotis* 34: 35-43.
- GERELL, R. 1985. Tests of boxes for bats. *Nyctalus* 2(2): 181-185.
- GLAS, G.H. & A.M. VOÛTE. 1992. Bosvleermuis *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817). 1992. In: BROEKHUIZEN, S., B. HOEKSTRA, V. VAN LAAR, C. SMEENK & J.B.M. THISSEN: Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht: 102-104.
- GLOGER, C.W.L. 1865. Die Hegung der Höhlenbrüter. Allgemeine Deutsche Verlagsanstalt Berlin.
- GLOOR, S., H.P. STUTZ & V. ZISWILER. 1995. Nutritional habits of the noctule bat *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) in Switzerland. *Myotis* 32/33: 231-242.
- GLUTZ, V., U.N. BLOTZHEIM & K.M. BAUER. 1980. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. *Akad. Verlagsgesellschaft Wiesbaden*, Bd. 9.

- GODMANN, O. 1995. Beobachtungen eines Wochenstubenquartiers der Kleinen Bartfledermaus. *Natur und Museum* 125(1): 26-29.
- GRAF, M., H.P.B. STUTZ & V. ZISWILER. 1992. Regionale und saisonale Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung des Großen Mausohrs *Myotis myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) in der Schweiz. *Z. Säugetierkunde* 57: 193-200.
- GREGOR, F. & Z. BAUEROVÁ. 1987. The role of Diptera in the diet of Natterer's bat (*Myotis nattereri*). *Folia Zool.* 36: 13-19.
- GRIMMBERGER, E. & R. LABES. 1995. Beitrag zur Verbreitung des Mausohres, *Myotis myotis*, in Mecklenburg-Vorpommern 1986-1993. *Nyctalus* 5(6): 499-508.
- GÜNTHER, E., M. HELLMANN & B. OHLENDORF. 1991. Fund je einer Wochenstubengesellschaft der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*) und des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) sowie zur Besiedlung von Spechthöhlen in naturnahen Laubwäldern des nordöstlichen Harzes durch Fledermäuse. *Nyctalus* 4(1): 7-16.
- GÜTTINGER, R. 1997. Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. *BUWAL - Reihe Umwelt, Bern* 288: 140.
- HACKETHAL, H. 1979. Der Nachweis von *Pipistrellus nathusii* (Keyserling et Blasius 1839) für Sardinien und Bemerkungen zur Verbreitung der Art auf dem Gebiet der DDR. *Nyctalus* 1(2): 91-94.
- HACKETHAL, H. & W. OLDENBURG. 1983. Erste Erfahrung mit dem Einsatz modifizierter FS1-Kästen in Waren-Ecktanen und in der Nossentiner Heide. *Nyctalus* 1(6): 513-514.
- HAENSEL, J. 1987. Mausohren (*Myotis myotis*) in Fledermauskästen. *Nyctalus* 2(3/4): 359-364.
- HAENSEL, J. 1992. In den Ostberliner Stadtbezirken nachgewiesene Fledermäuse-Abschlußbericht, insbesondere den Zeitraum 1980-1991 betreffend. *Nyctalus* 4(4): 379-427.
- HAENSEL, J. 1997. Rauhhauffledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) überwintern vereinzelt in Berlin. *Nyctalus* 6(4): 372-374.
- HAENSEL, J. & M. NÄFE. 1982. Anleitungen zum Bau von Fledermauskästen und bisherige Erfahrungen mit ihrem Einsatz. *Nyctalus* 1(4/5): 327-348.
- HAMMER, M. & F. MATT. 1996. Artenschutzkonzept für die Population der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber 1774) in der Oberpfalz. Unveröff. Gutachten i. A. des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz.
- HANÁK, V. 1987. Bat-Banding in Czechoslovakia: Results of 40 years of study: 1948-1987. Poster. Fourth European Bat Research Symposium Prague, Czechoslovakia.
- HANSBAUER, G. 1987. Bestandssituation und Schutzmaßnahmen für in Felshöhlen und Stollen überwinterte Fledermausarten in den Bayerischen Alpen. Dipl.-arbeit FH Weihenstephan.
- HARRJE, C. 1994. Fledermaus-Massenwinterquartier in der Levensauer Kanalhochbrücke bei Kiel. *Nyctalus* 3(4): 274-276.
- HAUSSER, J. 1995. Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie.-Hrsg. Denkschriftkommission der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften. *Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Berlin*.
- HAÜSSLER, U., A. NAGEL, G. HERZIG & M. BRAUN. 1999a. *Pipistrellus "pygmaeus/mediterraneus"* in SW-Deutschland: ein fast perfekter Doppelgänger der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*. *Flattermann* 21: 13-19.
- HAÜSSLER, U., A. NAGEL, M. BRAUN & A. ARNOLD. 1999b. External characters discriminating sibling species of European pipistrelles, *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *Myotis* 37: 27-40.
- HAVELKA, P. & H.-W. MITTMANN. 1997. Spechte-Baumeister und Problemvögel. *Arbeitsblätter zum Naturschutz* 23: 1-64.
- HAVELKA, P. & K. RUGE. 1993. Trend der Populationsentwicklung bei Spechten (Picidae) in der Bundesrepublik Deutschland. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 67: 33-38.
- HEERDT, V. P.F. & J. SLUITER. 1969. In den Jahren 1958-68 im Raum Utrecht/Niederlande in Fledermauskästen angetroffene Chiropteren. *Myotis* 7: 12-15.
- HEIDECHE, D. 1989. Zum Status der Fledermausarten im Bezirk Magdeburg, Auswertung der Rasterkartierung. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Reihe P/36, Populationsökologie von Fledermausarten*. Teil 1: 93-104.
- HEINZE, S. 1998. Untersuchungen zur Habitatnutzung der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*, Kuhl 1818) im Land Brandenburg. Dipl.-arbeit Humboldt-Univ. Berlin: 110 S.
- HEISE, G. 1980. Ein Verfahren, um die Effektivität des Fledermauskasteneinsatzes zu erhöhen. *Nyctalus* 1(3): 187-189.
- HEISE, G. 1981. Fledermausforschung und Fledermausschutz, eine dringende Notwendigkeit. *Naturschutzarbeit in Mecklenburg* 24(2): 77-82.
- HEISE, G. 1982a. Zu Vorkommen, Biologie und Ökologie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in der Umgebung von Prenzlau (Uckermark), Bezirk Neubrandenburg. *Nyctalus* 1(4/5): 281-300.
- HEISE, G. 1982b. Sommerfunde der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandti*) im Kreis Prenzlau (Uckermark), Bezirk Neubrandenburg. *Nyctalus* 1: 390-392.
- HEISE, G. 1982c. Nachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Kreis Prenzlau, Uckermark. *Nyctalus* 1(4/5): 449-452.
- HEISE, G. 1983a. Interspezifische Vergesellschaftungen in Fledermauskästen. *Nyctalus* 1(6): 518-520.
- HEISE, G. 1983b. Ergebnisse sechsjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Prenzlau, Uckermark. *Nyctalus* 1(6): 504-512.
- HEISE, G. 1984. Zur Fortpflanzungsbiologie der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*). *Nyctalus* 2(1): 1-9.
- HEISE, G. 1985a. Zur Erstbesiedelung von Quartieren durch «Waldfledermäuse». *Nyctalus* 2(2): 191-197.
- HEISE, G. 1985b. Zu Vorkommen, Phänologie, Ökologie und Altersstruktur des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. *Nyctalus* 2(2): 133-146.
- HEISE, G. 1989. Ergebnisse reproduktionsbiologischer Untersuchungen am Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in der Umgebung von Prenzlau/Uckermark. *Nyctalus* 3(1): 17-32.
- HEISE, G. 1991. Zur Geschlechtsreife weiblicher Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*). *Nyctalus* 4(2): 215.
- HEISE, G. 1994. Naturschutz und Forstwirtschaft im europäischen Wald. *Bericht WWF Österreich*: 48 S.
- HEISE, G. & T. BLOHM. 1998. Welche Ansprüche stellt der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) an das Wochenstubenquartier? *Nyctalus* 6(5): 471-475.
- HEISE, G. & A. SCHMIDT. 1988. Beiträge zur sozialen Organisation und Ökologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). *Nyctalus* 2(5): 445-465.
- HELMER, W. 1983. Boombewohnende watervleermuizen *Myotis*

- daubentonii* (Kuhl, 1817) in het rijk van Nijmegen. *Lutra* 26: 1-11.
- HELVERSEN, O.V. 1989a. Schutzrelevante Aspekte der Ökologie einheimischer Fledermäuse. *Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz* 92: 7-17.
- HELVERSEN, O.V. 1989b. Bestimmungsschlüssel für die europäischen Fledermäuse nach äußeren Merkmalen. *Myotis* 27: 41-60.
- HELVERSEN, O.V., M. ESCHE, F. KRETZSCHMAR & M. BOSCHERT. 1987. Die Fledermäuse Südbadens. *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* 14(2): 409-475.
- HELVERSEN, O.V. & D.V. HELVERSEN. 1994. The "advertisement song" of the Lesser Noctule Bat (*Nyctalus leisleri*). *Folia Zool.* 43(4): 331-338.
- HENZE, O. 1963. Hilfe für Waldfledermäuse. *AFZ* 18(28): 437-440.
- HENZE, O. 1968. Fledermäuse bevorzugen Holzbetonkästen. *Myotis* 6: 5-8.
- HENZE, O. 1976. Möglichkeiten erfolgreichen Fledermausschutzes. *AFZ* 31: 448-450.
- HENZE, O. 1979. 20- und 21-jährige Bechsteinfledermäuse (*Myotis bechsteini*) in bayerischen Giebelkästen. *Myotis* 17: 44.
- HENZE, O. 1991. Die richtigen Vogelkästen in Wald und Garten: über die Lebensweise und Bedeutung aller ihrer Bewohner; ein Sach- und Kontrollbuch. Südkurier-Verlag, Konstanz 5. Aufl.
- HERZIG, G. 1999. Die Fledermäuse im größten hessischen Naturschutzgebiet «Kühkopf-Knoblochsaue». *Jb. Nassau Ver. Naturkunde* 120: 119-140.
- HIEBSCH, H. & D. HEIDECKE. 1987. Faunistische Kartierung der Fledermäuse in der DDR. Teil 2. *Nyctalus* 2(3-4): 213-246.
- HOARE, L.R. 1991. The diet of *Pipistrellus pipistrellus* during the pre-hibernal period. *J. Zool., Lond.* 225: 665-670.
- HOHLFELD, F. 1995. Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Brutvögel eines Bannwaldgebietes unter besonderer Berücksichtigung des Höhlenangebotes für Höhlenbrüter. *Orn. Jh. Bad.-Württ.* 11(1): 1-62.
- HOLZHAIDER, J. 1998. Untersuchungen zur Fledermausfauna in den Bayerischen Alpen. Dipl.-arbeit Univ. München: 112 S.
- HORLITZ, TH. & H. KIEMSTEDT. 1991. Flächenansprüche des Arten- und Biotopschutzes. *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 6: 243-254.
- HOWARD, R.W. 1995. *Auritus* - A natural history of the brown long-eared bat. Verlag: William Sessions, York 154 p.
- HÜBNER, G. & D. PAPADOPOULOS. 1998. Jagdkanzeln als Sommerquartiere für spaltenbewohnende Fledermäuse. *AFZ/ Der Wald* 6: 309-311.
- HURKA, L. 1989. Die Säugetierfauna des westlichen Teils der Tschechischen Sozialistischen Republik, Teil II: Die Fledermäuse (Chiroptera). *Fol. Mus. Rer. Natur. Bohem. Occid., Plzen.*
- IFFERT, D., C. TRESS & J. TRESS. 1989. Kastenbesatz durch Fledermäuse in Abhängigkeit zur Waldstruktur im Forstrevier Hahnenhorst (Wooster-Teerofen). Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Reihe P/36, Populationsökologie von Fledermausarten. Teil 2: 277-289.
- ISSEL, B. & W. ISSEL. 1955. Versuche zur Ansiedlung von «Waldfledermäusen» in Fledermauskästen. *Forstwiss. Cbl.* 74(7/8): 193-256.
- ISSEL, B., W. ISSEL & M. MASTALLER. 1977. Zur Verbreitung und Lebensweise der Fledermäuse in Bayern. *Myotis* 15: 19-98.
- ISSEL, W. 1958. Zur Ökologie unserer Waldfledermäuse. *Natur und Landschaft* 1: 2-5.
- JABERG, C., C. LEUTHOLD & J.-D. BLANT. 1998. Foraging habits and feeding strategy of the parti-coloured bat *Vespertilio murinus* L., 1758 in western Switzerland. *Myotis* 36: 51-61.
- JANSEN, E.A. 1993. Fledermauskartierung 1992 in Kassel mit Hilfe von Detektoren. *Nyctalus* 4(6): 587-620.
- JARZEMBOWSKI, T., G. RYMARZAK & A. STEPNIWSKA. 1998. Forest habitat preferences of *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera, Vespertilionidae) in northern Poland. *Myotis* 36: 177-182.
- JOLYET, A. 1918. Cabanes à chauves-souris. *Revue des Eaux et Forêts* 56: 121-126.
- JONES, G. 1991. Flight morphology, flight performance and echolocation in British bats. In: KAPTEYN, K. (ed.): Proceedings of the first European Bat Detector Workshop, Gorsel, the Netherlands 1-5 July 1991: 59-78.
- JONES, G. 1995. Flight performance, echolocation and foraging behaviour in noctule bats *Nyctalus noctula*. *J. Zool., Lond.* 237: 303-312.
- JONES, G., P.L. DUVERGÉ & R.D. RANSOME. 1995. Conservation biology of an endangered species: field studies of greater horseshoe bats. *Symp. zool. Soc. Lond.* 67: 309-324.
- JONES, G. & J.M.V. RAYNER. 1988. Flight performance, foraging tactics and echolocation in free-living Daubenton's bats *Myotis daubentoni* (Kuhl) (Chiroptera: Vespertilionidae). *J. Zool., Lond.* 215: 113-132.
- JONES, G. & J.M.V. RAYNER. 1989. Foraging behaviour and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25: 183-191.
- KALCOUNIS, M.C. 1994. Selection of tree roost sites by big brown (*Eptesicus fuscus*), little brown (*Myotis lucifugus*) and hoary (*Lasiurus cinereus*) bats in Cypress Hills, Saskatchewan. *Bat Res. News* 35 (4): 103.
- KALKO & SCHNITZLER. 1989. The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 24: 225-238.
- KALLASCH, C. & M. LEHNERT. 1994a. Erste Ergebnisse der Beringung von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) und Fransenfledermäusen (*Myotis nattereri*) in der Spandauer Zitadelle. In: Current problems of bat protection in Central and Eastern Europe, Symposium Bonn.
- KALLASCH, C. & M. LEHNERT. 1994b. Kleiner Abendsegler, *Nyctalus leisleri* (Kuhl 1818). In: Die Fledermäuse Hessens (Hrsg. AGFH), Verlag Manfred Hennecke: 56-57.
- KALLASCH, C. & M. LEHNERT. 1995a. Zur Populationsökologie von Wasser- und Fransenfledermäusen (*Myotis daubentoni* und *M. nattereri*) in der Spandauer Zitadelle (Berlin). *Sber. Ges. Naturf. Freunde Berlin N.F.* 34: 69-91.
- KALLASCH, C. & M. LEHNERT. 1995b. Fledermausschutz und Fledermausforschung in Berlin. *Berliner Naturschutzblätter* 39 (2): 272-292.
- KEIL, W. 1981. Das Altholz-Insel-Programm in Hessen. *Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege* 31: 105-109.
- KERTH, G. 1998. Sozialverhalten und genetische Populationsstruktur bei der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini*. *Wissenschaft und Technik Verlag Berlin*: 130 S.
- KERTH, G. & B. KÖNIG. 1994. Transponder und Infrarot-Video-

- kamera als Methoden zur Untersuchung des Sozialverhaltens bei der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*) In: Current Problems of Bat Protection in Central and Eastern Europe, Symposium Bonn.
- KERTH, G. & W. OTREMBIA. 1991. Fledermausvorkommen in Stadt und Landkreis Würzburg zwischen 1985 und 1991. *Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Unterfranken* 32: 67-108.
- KIEFER, A. 1996. Untersuchungen zu Raumbedarf und Interaktionen von Populationen des Grauen Langohrs (*Plecotus austriacus* Fischer, 1829) im Naheland. Dipl.-arbeit Univ. Mainz: 116 S.
- KIEFER, A. & U. SANDER. 1993. Auswirkungen von Straßenbau und Verkehr auf Fledermäuse - Eine vorläufigen Bilanzierung und Literaturobwertung. *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 25(6): 211-216.
- KNEITZ, G. 1961. Zur Frage der Verteilung von Spechthöhlen und der Ausrichtung des Flugloches. *Waldhygiene* 4: 80-121.
- KOCK, D. & H. SCHWARTING. 1987. Eine Rauhhaufledermaus aus Schweden in einer Population des Rhein-Main-Gebietes. *Natur und Museum* 117(1): 20-29.
- KOLB, A. 1957. Fledermäuse im Wald. *AFZ* 12: 152-153.
- KOLB, A. 1958a. Über die Nahrungsaufnahme einheimischer Fledermäuse vom Boden. *Verh. Dt. Zool. Ges.*: 161-168.
- KOLB, A. 1958b. Nahrung und Nahrungsaufnahme bei Fledermäusen. *Z. Säugetierkunde* 23: 84-95.
- KOLODZIE, F.-G. 1989-1998. Fledermaus-Nistkästen-Zusammenfassung der Kontrollen der Jahre 1989-1998, unveröff. Aufzeichnungen.
- KÖNIG, H. & W. KÖNIG. 1995. Ergebnisse einer Untersuchung nistkastenbewohnender Fledermäuse in der Nordpfalz. *Nyctalus* 5(6): 529-544.
- KOWALSKI, K., M. MLYNARSKI, A. WIKTOR & B.W. WOLOSZYN. 1963. The postglacial fauna from Józefów in the Bilgoraj District (polnisch). *Folia Quatern.* 14: 1-26.
- KOWALSKI, M. & G. LESINSKI. 1994. Bats occupying nest boxes for birds and bats in Poland. *Nyctalus* 5(1): 19-26.
- KOZHURINA, E.I. 1993. Social organisation of a maternity group in the noctule bat *Nyctalus noctula* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Ethology* 93: 89-104.
- KRASS, M. & H. LANDOIS. 1895. Lehrbuch für den Unterricht in der Zoologie. Freiburg i. Br.
- KRAUS, M. & A. GAUCKLER. 1972. Zur Verbreitung und Ökologie der Bartfledermaus *Myotis brandti* (Eversmann 1845) und *Myotis mystacinus* (Kuhl 1819) in Süddeutschland. *Laichinger Höhlenfreund* 7(13): 23-31.
- KRAUSS, A. 1989. Weitere Chiropterenachweise aus dem Karl-Marx-Städter Raum. *Nyctalus* 3(1): 55-58.
- KRETZSCHMAR, F. (in prep.). Zur Fledermausfauna der Trockenaue unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung für die Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*).
- KRONWITTER, F. 1988a. Radiotelemetrische Untersuchungen zur Aktivität, Habitatnutzung und Populationsstruktur des Abendseglers, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae). Dissertation Univ. München: 113 S.
- KRONWITTER, F. 1988b. Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio tracking. *Myotis* 26: 23-87.
- KRULL, D. 1988. Untersuchungen zu Quartiersansprüchen und Jagdverhalten von *Myotis emarginatus* (Geoffroy 1806) im Rosenheimer Becken. Dipl.-arbeit Univ. München: 94 S.
- KRULL, D., A. SCHUMM, W. METZNER & G. NEUWEILER. 1991. Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus* (Vespertilionidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 28: 247-253.
- KUGELSCHAFTER, K. 1994. Untersuchungen zur Bedeutung und Optimierung der Segeberger Kalkberghöhle und angrenzender Nahrungsbiotope für Fledermäuse. Gutachten im Auftrage des Ministeriums für Natur, Umwelt und Landesentwicklung in Schleswig-Holstein.
- KUGELSCHAFTER, K. 1995. Untersuchungen zur Überprüfung und Bestätigung der im Rahmen der bisherigen Untersuchungen zur Bedeutung und Optimierung der Segeberger Kalkberghöhle und angrenzender Nahrungsbiotope für Fledermäuse gewonnenen Daten. Abschlussbericht für 1994 i.A. des Landes Schleswig-Holstein (Ministerium für Natur und Umwelt). 46 S.
- KUGELSCHAFTER, K. 1997. Untersuchungen zur Nutzung der Segeberger Kalkhöhle durch Fledermäuse-Konsequenzen für ein effektives Schutzkonzept. Bericht i.A. des NABU Landesverband Schleswig-Holstein e.V.: 46 S.
- KUHL, H. 1819. Die deutschen Fledermäuse. *Annalen d. Wetterausischen Ges. f.d. gesammte Naturkunde* 4: 11-49, 185-208, 213-215.
- KÜHLKE, D. 1985. Höhlenangebot und Siedlungsdichte von Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Rauhfußkauz (*Aegolius funereus*) und Hohлтаube (*Columba oenas*). *Vogelwelt* 106: 81-93.
- KULZER, E. 1989. Fledermäuse im Ökosystem Wald. *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 64-65: 203-220.
- KULZER, E., A. v. LINDEINER-WILDAU & I.-M. WOLTER. 1993. Säugetiere im Naturpark Schönbuch. *Beih. Veröff. f. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg* 71.
- KURSKOW, A. 1968. Erfahrungen mit künstlichen Fledermausquartieren in der Sowjetunion. *Myotis* 6: 3-5.
- KURTZE, W. 1982. Beobachtungen zur Flugaktivität und Ernährung der Breitflügel-fledermaus (*Eptesicus serotinus*). *Drosera* 82(1): 39-46.
- KÜSTER, H. 1998. Geschichte des Waldes-Von der Urzeit bis zur Gegenwart. Verlag Beck.
- KUTHE, C. & R. IBISCH. 1989. Erfahrungen und Ergebnisse der Arbeit mit Fledermauskästen. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Reihe P/36, Populationsökologie von Fledermausarten. Teil 2:* 263-275.
- LABES, R. 1987. Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) in FS 1-Kästen. *Nyctalus* 2(3/4): 365.
- LABES, R. 1989a. Ergebnisse fünfjähriger Untersuchungen mittels Fledermauskästen im Kreis Schwerin-Land, Mecklenburg. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Reihe P/36, Populationsökologie von Fledermausarten. Teil 2:* 293-300.
- LABES, R. 1989b. Erstnachweis des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) für den Bezirk Schwerin (Mecklenburg). *Nyctalus* 3(1): 52-54.
- LABES, R. 1992. Reproduktion der Teichfledermaus, *Myotis dasycneme* (Boie, 1825), in Mecklenburg-Vorpommern. *Nyctalus* 4(4): 339-342.
- LABES, R., R. BRENDEMÜHL & T. DÜRR. 1990. Zur Fledermausfauna der Insel Usedom. *Nyctalus* 3(3): 237-247.
- LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN. 1998. Bestandserhebung und Erfassung der Artenzusammensetzung der waldbewohnenden Fledermausarten im Manteler Forst. Abschlussbericht i.A. des Naturparks Hessenreuther und Manteler Wald mit Parkstein e.V.: 45 S.

- LANDESFORSTVERWALTUNG NÖRDRHEIN-WESTFALEN. 1996. Landeswaldbericht 1996. 88 S.
- LAUFENS, G. 1973. Beiträge zur Biologie der Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818). *Z. Säugertierkunde* 38: 1-14.
- LEHMANN, J., L. JENNI & L. MAUMARY. 1992. A new longevity record for the long-eared bat (*Plecotus auritus*). *Mammalia* 56: 316-318.
- LEIBUNDGUT, H. 1981. Europäische Urwälder der Bergstufe, dargestellt für Forstleute, Naturwissenschaftler und Freunde des Waldes. *Haupt Verlag Bern-Stuttgart*: 308 S.
- LEITL, R. 1995. Nistkastenbewohnende Fledermäuse in einem Waldgebiet der Mittleren Oberpfalz. Dipl.-arbeit Univ. München.
- LEITL, R. 1998. Erfassung und Telemetrierung des Wochenstubenquartiers von *Vespertilio discolor* (Zweifarbflodermäus) in Tännesberg. Unveröff. Gutachten i.A. des Landratsamtes Neustadt a.d. Waldnaab (Oberpfalz).
- LEWIS, S.E. 1995. Roost fidelity of bats: a review. *J. Mammal.* 76: 481-496.
- LIEGL, A. 1987. Untersuchungen zur Phänologie und Ökologie von Fledermäusen an zwei Karsthöhlen in der Fränkischen Schweiz. Dipl.-arbeit Univ. Freiburg.
- LIEGL, A. & O.V. HELVERSEN. 1987. Jagdgebiet eines Mausohrs (*Myotis myotis*) weitab von der Wochenstube. *Myotis* 25: 71-76.
- LIKHACHEV, G.N. 1980. Rukokrylye Prioksko-Terrasnogo Zapovednika. W: Rukokrylye [A.P. KUZJAKIN & K.K. PANYUTIN (Eds.)] Nauka, Moskva: 115-154.
- LIMPENS, H.J.G.A. & W. BONGERS. 1991. Bats in dutch forests. *Myotis* 29: 129-136.
- LIMPENS, H., K. MOSTERT & W. BONGERS. 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen onderzoek naar verspreiding en ecologie. *KNNV Uitgeverij*: 260 S.
- LÖHRL, H. 1955. Männchengesellschaften und Quartierwechsel bei Fledermäusen. *Säugetierkundl. Mitt.* 3: 103-104.
- LÖHRL, H. 1961. Säugetiere als Nisthöhlenbewohner in Südwestdeutschland mit Bemerkungen über ihre Biologie. *Z. Säugertierkunde* 25: 66-73.
- LÜTHJE, E. 1986. Kunsthöhlen für Fledermäuse, Gedanken über die Behandlung eines Naturschutzprojektes im Biologieunterricht, Teil 1. MNU Ferd. Dümmlers Verlag Bonn: 287-297. Teil 2. Hirschgrabenverlag Frankfurt/Main: 360-368.
- LUTZ, M. & E. MÜHLETALE. 1997. Schutzkonzept für die Kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* in den östlichen Zentralalpen (Lugnez/Valseretal, Graubünden, Schweiz). Tagungsband «Zur Situation der Hufeisennasen in Europa»; Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (Hrsg.): 89-94.
- MAINER, W. 1990. *Myotis myotis* (Borkhausen) auch im Süden der DDR in einem Fledermauskasten. *Nyctalus* 3(2): 157-159.
- MAINER, W. 1991. Zum Vorkommen der Fledermäuse im Kreis Werdau. *Nyctalus* 4(2): 168-180.
- MAINER, W. 1995. Erfahrungen und Ergebnisse mit dem Einsatz des Fledermaus-Schlaf- und Fortpflanzungskastens FS 3 (Abendseglerkasten). *Nyctalus* 5(6): 585-589.
- MASING, M. 1988. Long-distance flights of *Pipistrellus nathusii* banded or recaptured in Estonia. *Myotis* 26: 159-164.
- MASING, M. 1989. A long-distance flight of *Vespertilio murinus* from Estonia. *Myotis* 27: 147-150.
- MASING, M., K. BARANAUSKAS & E. MICKEVICIUS. 1997. New data on bats of Eastern Lithuania from summer 1995. *Myotis* 35: 95-101.
- MCÁNEY, C.M. & J.S. FAIRLEY. 1989. Analysis of the diet of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) in the West of Ireland. *J. Zool., Lond.* 217: 491-498.
- MCÁNEY, C. & J. FAIRLEY. 1990. Activity of Leisler's bat *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1818) at a summer roost in Ireland. *Myotis* 28: 83-92.
- MEINEKE, T. 1991. Auswertung von Fraßresten der beiden Langohrarten *Plecotus auritus*, L. und *Plecotus austriacus*, Fischer. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 26: 37-46.
- MERZ, H. 1991. Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) in einer Gesellschaft der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*) in Süddeutschland. *Jh. Ges. Naturkde. Württemberg* 146: 207-209.
- MESCHEDÉ, A., K.G. HELLER & P. BOYE (eds). 2002. Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen als Grundlage für den Fledermausschutz. Teil II. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 71: 1-288.
- MITCHELL-JONES, A.J., G. AMORI, W. BOGDANOWICZ, B. KRYSZTOFEK, P.J.H. REIJNDERS, F. SPITZENBERGER, M. STUBBE, J.B.M. THISSEN, V. VOHRALÍK & J. ZIMA. 1999. The Atlas of European Mammals. *Poyser Natural History*: 484 S.
- MOESCHLER, P. & J.D. BLANT. 1987. Premières preuves de la reproduction de *Vespertilio murinus* L. (Mammalia, Chiroptera) en Suisse. *Revue suisse Zool.* 94(4): 865-872.
- MORGENROTH, S. 1989. Das Artenspektrum der Fledermäuse im Bayerischen Wald, sowie Untersuchungen zur Verbreitung und Phänologie einzelner Arten unter besonderer Berücksichtigung der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii* Keyserling & Blasius 1839). Dipl.-arbeit Univ. Regensburg.
- NAGEL, A. 1982. Ein neuer Kasten für Fledermäuse. *Myotis* 20: 45-47.
- NAGEL, A. & R. NAGEL. 1988. Einsatz von Fledermauskästen zur Ansiedlung von Fledermäusen: Ein Vergleich von 2 verschiedenen Gebieten Baden-Württembergs. *Myotis* 26: 129-144.
- NAGEL, A. & R. NAGEL. 1993. Ansiedlung von Fledermäusen mit Fledermauskästen. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 75: 113-131.
- NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND e.V. (NABU). 1996a. Das NABU-Waldkonzept. Waldbroschüre: 26 S.
- NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND e.V. (NABU). 1996b. Forstwirtschaft in Deutschland-Ökologische Inhalte und Defizite. Ein Dossier zur NABU-Aktion Lebendiger Wald.
- NÉRI, F. & S. AULAGNIER. 1996. Première reprise d'une Noctule de Leisler, *Nyctalus leisleri*, (Mammalia, Chiroptera) en France. *Mammalia* 60(2): 317-319.
- NEUWEILER, G. 1993. Biologie der Fledermäuse. Georg Thieme-Verlag Stuttgart - New York: 350 p.
- NOEKE, G. 1989. Baumhöhlen in Buchenbeständen-Welche Rolle spielt das Bestandsalter? *LÖLF-Mitteilungen* 3: 20-22.
- NORBERG, U.M. & J.M.V. RAYNER. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 316: 335-427.
- NYHOLM, E.S. 1965. Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* (Leisl.) und *M. daubentoni* (Leisl.) (Chiroptera). *Ann. Zool. Fenn.* 2: 77-123.
- O'SULLIVAN, P. 1994. Bats in Ireland. *Ir. Nat. J. Spec. Zool. Suppl.* 8-9.

- OAKELEY, S.F. & G. JONES. 1998. Habitat around maternity roosts of the 55 kHz phonic type of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). *J. Zool., Lond.* 245: 222-228.
- ÖKOKART. 1994. NSG «Isarauen zwischen Hangenham und Moosburg». Zool. Zustandserfassung, Teil Fledermäuse. Gutachten i.A. Reg. v. Oberbayern, 12 S.
- OHLENDORF, B. 1983. Weitere Funde vom Kleinabendsegler, *Nyctalus leisleri* (Kuhl 1818), am nördlichen Harzrand sowie zur Biologie, zum Geschlechtsdimorphismus und zur Verbreitung der Art im Harz. *Nyctalus* 1(6): 531-536.
- OHLENDORF, B. 1990. Wiederfunde Harzer Bartfledermäuse (*Myotis mystacinus* und *Myotis brandti*) und Bemerkungen zum Wanderverhalten und zum Alter der beiden Arten. *Nyctalus* 3(2): 119-124.
- OHLENDORF, B. 1996. Wiederfund eines Kleinen Abendseglers *Nyctalus leisleri* aus dem nördlichen Harzvorland in Baden-Württemberg. *Abh. Ber. Mus. Heineanum* 3: 143.
- OHLENDORF, B. & L. OHLENDORF. 1998. Zur Wahl der Paarungsquartiere und zur Struktur der Haremsgemeinschaften des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Sachsen-Anhalt. *Nyctalus* 6(5): 476-491.
- OLDENBURG, W. & H. HACKETHAL. 1988. Zur gegenwärtigen Kenntnis der Fledermausfauna des Kreises Waren, Müritztal, Bezirk Neubrandenburg, mit einigen Angaben zur Biometrie und Ökologie der nachgewiesenen Arten. *Naturschutzarbeit in Mecklenburg*. 1989. Zum Einsatz von Fledermauskästen und bewährte Arbeitsmethoden. *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Reihe P/36, Populationsökologie von Fledermausarten*. Teil 2: 255-261.
- PECHACEK, P. 1994. Spechte (Picidae) im Nationalpark Berchtesgaden. Dissertation Univ. München. 383 S.
- PEREZ, J.L. & C. IBAÑEZ. 1991. Preliminary results on activity rhythms and space use obtained by radio-tracking a colony of *Eptesicus serotinus*. *Myotis* 29: 61-65.
- PETERSONS, G. 1990. Die Rauhhauffledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839), in Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. *Nyctalus* 3: 81-98.
- PETERSONS, G. & V. VINTULIS. 1998. Distribution and status of bats in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B* 52 [1/2 (594/595)]: 37-43.
- PETTIT, E., L. EXCOFFIER & F. MAYER. 1999. No evidence of bottleneck in the postglacial recolonization of Europe by the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Evolution* 53(4): 1247-1258.
- PETTIT, E. & F. MAYER. 1999. Male dispersal in the noctule bat (*Nyctalus noctula*): where are the limits? *Proc. R. Soc. Lond. B*. 266: 1717-1722.
- PETTIT, E. & F. MAYER. 2000. A population genetic analysis of migration: the case of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Mol. Ecol.* 9: 683-690.
- PIR, J.B. 1994. Etho-ökologische Untersuchungen einer Wochenstubenkolonie der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber 1774) in Luxemburg. Dipl.-arbeit Univ. Gießen.
- PODANY, M. 1995. Nachweis einer Baumhöhlen-Wochenstube der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) sowie einige Anmerkungen zum Überwinterungsverhalten im Flachland. *Nyctalus* 5(5): 473-479.
- POMMERANZ, H. 1995. Der Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*) - erster Nachweis an der Ostsee. *Nyctalus* 5(6): 590-592.
- POULTON, E.P. 1929. British insectivorous bats and their prey. *Proceedings Zoological Society* 19: 277-303.
- PROKOPH, S. 1998. Die Phänologie des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) im Raum München. Staatsexamensarbeit Univ. München: 74 S.
- RACEY, P.A. & S.M. SWIFT. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. *J. Anim. Ecol.* 54: 205-215.
- RACHL, R. & B. KÄSTLE. 1982. Chiropteren aus der Großen Spielberghöhle. *Myotis* 20: 58-60.
- RACHWALD, A. 1992. Social organization, recovery frequency and body weight of the bat *Pipistrellus nathusii* from Northern Poland. *Myotis* 30: 109-118.
- RAUH, J. 1993. Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. *Naturwaldreservate in Bayern, Band 2. IHW-Verlag, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten* 2: 11-162.
- RICHARZ, K. 1989. Ein neuer Wochenstubennachweis der Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) in Bayern mit Bemerkungen zu Wochenstubenfunden in der BRD und DDR sowie zu Wintervorkommen und Schutzmöglichkeiten. *Myotis* 27: 71-80.
- RICHARZ, K. & A. LIMBRUNNER. 1999. Fledermäuse: fliegende Koblode der Nacht. *Kosmos-Verlag Stuttgart* 2. Aufl.
- RIEGER, I. 1994. Wasserfledermaus Lebensräume. Berichte von der Wasserfledermaus-Tagung vom 20. und 21. August 1994 im Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 39: 1-155.
- RIEGER, I. 1996a. Tagesquartiere von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1819), in hohlen Bäumen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 147(1): 1-20.
- RIEGER, I. 1996b. Wie nutzen Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817), ihre Tagesquartiere? *Z. Säugetierkunde* 61: 202-214.
- RIEGER, I., H. ALDER & D. WALZTHÖNY. 1992. Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, im Jagdhabitat über dem Rhein. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 37: 1-34.
- RIEGER, I., D. WALZTHÖNY & H. ALDER. 1990. Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, benutzen Flugstrassen. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 35: 37-68.
- ROBINSON, M.F. & R.E. STEBBINGS. 1997a. Activity of the serotine bat, *Eptesicus serotinus* in England. *Myotis* 35: 5-16.
- ROBINSON, M.F. & R.E. STEBBINGS. 1997b. Home range and habitat use by the serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *J. Zool., Lond.* 243(1): 117-136.
- ROER, H. 1971. Gittertore und Nistkästen als wichtige Hilfsmittel zur Erhaltung der in ihrem Bestand bedrohten europäischen Fledermäuse. *Decheniana-Beihefte* 18: 109-113.
- ROER, H. 1973. Die Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Mitteleuropa 1945-1973. *Myotis* 11: 18-27.
- ROER, H. 1975a. Zur Verbreitung und Ökologie der Großen Bartfledermaus, *Myotis brandti* (Eversmann, 1854), im mitteleuropäischen Raum. *Säugetierkd. Mitt.* 23: 138-143.
- ROER, H. 1975b. Weitere Nachweise der Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Mitteleuropa. *Myotis* 13: 65-67.
- ROER, H. 1989. Zum Vorkommen und Migrationsverhalten des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri* Kuhl, 1818) in Mitteleuropa. *Myotis* 27: 99-110.
- ROER, H. 1995. 60 years of bat-banding in Europe-Results and tasks for future research. *Myotis* 32/33: 251-261.

- RUDAT, V., D. KÜHLKE, W. MEYER & J. WIESNER. 1979. Zur Nistökologie von Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Rauhfußkauz (*Aegolius funereus*) und Hohltaube (*Columba oenas*). *Zool. Jb. Syst.* 106: 295-310.
- RUDOLPH, B.-U. 1989. Habitatwahl und Verbreitung des Mausohrs (*Myotis myotis*) in Nordbayern. Dipl.-arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- RUDOLPH, B.-U. 1990. Frühere Bestandsdichten und heutige Situation der Kleinen Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* in Nordbayern. *Myotis* 28: 101-108.
- RUDOLPH, B.-U., A. LIEGL & O.V. HELVERSEN (in prep.). Foraging habitat and distribution of the mouse-eared bat *Myotis myotis*: the role of deciduous forests.
- RUGE, K. 1993. Schutz für einheimische Spechtarten. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 67: 199-202.
- RUPP, H. 1991. Chiroptera (Mammalia) aus dem Jungquartär der Zoolithenhöhle bei Burggailenreuth (Oberfranken). Dipl.-arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- RYDELL, J. 1986. Foraging and diet of the northern bat (*Eptesicus nilssonii*) in Sweden. *Holarctic Ecology* 9: 272-276.
- RYDELL, J. 1989. Food habits of northern (*Eptesicus nilssonii*) and brown long-eared (*Plecotus auritus*) bats in Sweden. *Holarctic Ecology* 12: 16-20.
- RYDELL, J. 1990. Ecology of the northern bat *Eptesicus nilssonii* during pregnancy and lactation. Dissertation Lund University Sweden: 103 S.
- RYDELL, J., G. NATUSCHKE, A. THEILER & P.E. ZINGG. 1996. Food habits of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *Ecography* 19: 62-66.
- RYDELL, J. & G. PETERSONS. 1998. The diet of the Noctule bat *Nyctalus noctula* in Latvia. *Z. Säugetierkunde* 63: 79-83.
- SACHTELEBEN, J. & C. LIEGL. 1993. Zustandserfassung mit Pflegehinweisen im geplanten Naturschutzgebiet «Gerolfinger Eichenwald». Teil: Fledermäuse. Unveröff. Gutachten i. A. der Regierung von Oberbayern.
- SCHAEFFER, H. 1973. Zur Faunengeschichte der Fledermäuse in der Hohen Tatra. *Bonn. Zool. Beiträge* 24(4): 342-354.
- SCHERZINGER, W. 1982. Die Spechte im Nationalpark Bayerischer Wald. *Schriftenr. Bayer. Staatsmin. f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten* 9: 26-51.
- SCHERZINGER, W. 1985. Die Vogelwelt der Urwaldgebiete im Inneren Bayerischen Wald. *Schriftenr. Bayer. Staatsmin. f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten* 12: 188 S.
- SCHERZINGER, W. 1996. Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. *Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart*: 447 S.
- SCHLAPP, G. 1981. Untersuchungen zur Verbreitung und Ökologie einheimischer Fledermäuse. Dipl.-arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg.
- SCHLAPP, G. 1990. Populationsdichte und Habitatansprüche der Bechstein-Fledermaus *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818) im Steigerwald (Forstamt Ebrach). *Myotis* 28: 39-59.
- SCHLAPP, G. & H. GEIGER. 1990. Wochenstubennachweise der Nordfledermaus *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839) im südwestlichen Mittelfranken. *Myotis* 28: 67-72.
- SCHMIDT, A. 1977. Ergebnisse mehrjähriger Kontrollen von Fledermauskästen im Bezirk Frankfurt an der Oder. *Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg* 13(2): 42-50.
- SCHMIDT, A. 1979. Sommernachweise der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandti*) im Kreis Beeskow, Bezirk Frankfurt/O. *Nyctalus* 1(2): 158-160.
- SCHMIDT, A. 1980. Zum Vorkommen der Fledermäuse im Süden des Bezirkes Frankfurt an der Oder. *Nyctalus* 1(3): 209-226.
- SCHMIDT, A. 1984. Zu einigen Fragen der Populationsökologie der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839). *Nyctalus* 2(1): 37-58.
- SCHMIDT, A. 1985a. Beobachtungen zum Ausflugsverhalten des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774). *Nyctalus* 2(2): 201-206.
- SCHMIDT, A. 1985b. Graues Langohr *Plecotus austriacus* Fischer, 1829, in einem Fledermauskasten. *Nyctalus* 2(2): 207.
- SCHMIDT, A. 1988. Beobachtungen zur Lebensweise des Abendseglers, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) im Süden des Bezirkes Frankfurt/O. *Nyctalus* 2(5): 389-422.
- SCHMIDT, A. 1989. Nachweise des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) im Kreis Beeskow und Bemerkungen zur Biologie der Art. *Nyctalus* 2(6): 529-537.
- SCHMIDT, A. 1990. Fledermausansiedlungsversuche in ostbrandenburgischen Kiefernforsten. *Nyctalus* 3(3): 177-207.
- SCHMIDT, A. 1991a. Neue Nachweise des Mausohrs (*Myotis myotis*) in Fledermauskästen Ostbrandenburgs. *Nyctalus* 4(1): 17-21.
- SCHMIDT, A. 1991b. Beobachtungen zum Ansiedlungsverhalten junger Männchen der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling u. Blasius, 1839). *Nyctalus* 4(1): 88-96.
- SCHMIDT, A. 1991c. Zum Einfluß der sommerlichen Dürre auf Flughautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) und Braune Langohren (*Plecotus auritus*) in ostbrandenburgischen Kiefernforsten. *Nyctalus* 4(2): 123-139.
- SCHMIDT, A. 1994a. Phänologisches Verhalten und Populations-eigenschaften der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839), in Ostbrandenburg. Teil 1. *Nyctalus* 5(1): 77-100.
- SCHMIDT, A. 1994b. Phänologisches Verhalten und Populations-eigenschaften der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling und Blasius, 1839), in Ostbrandenburg. Teil 2. *Nyctalus* 5(2): 123-148.
- SCHMIDT, A. 1994c. Zur Entwicklung von zwei Wochenstubengesellschaften der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) im Kreis Beeskow, Ost-Brandenburg. *Nyctalus* 5(3/4): 338-343.
- SCHMIDT, A. 1995. Wiederfund eines brandenburgischen Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri*, in Frankreich. *Nyctalus* 5(5): 487.
- SCHMIDT, A. 1997a. Zur Verbreitung, Bestandsentwicklung und Schutz des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in Brandenburg. *Nyctalus* 6(4): 365-371.
- SCHMIDT, A. 1997b. Zur Verbreitung der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in Brandenburg. *Nyctalus* 6(3): 283-288.
- SCHMIDT, A. 1998. Zur Fledermausfauna ostbrandenburgischer Kiefernforste. *Nyctalus* 6(5): 450-455.
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER. 1998. Die Fledermäuse Europas: Kennen-Bestimmen-Schützen. Kosmos Naturführer. Verlag: Franckh'sche Verlagshandlung 2. akt. u. erw. Aufl.: 265 S.
- SCHOFIELD, H.W. 1996. The ecology and conservation biology of *Rhinolophus hipposideros*, the lesser horseshoe bat. Ph.D. Thesis, University of Aberdeen.
- SCHOLZ, A. 1995. Untersuchungen zur Folgenutzung, Bevorzugung und Neubesiedelung von Kunsthöhlen unter besonderer Berücksichtigung der Fledermäuse. Staatsexamensarbeit Univ. Heidelberg.

- SCHORCHT, W. 1994. Beobachtungen zur Ökologie des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) in einem südthüringischen Vorkommen. *Naturschutzreport* 7(2): 405-408.
- SCHORCHT, W. 1998. Demökologische Untersuchungen am Kleinen Abendseglers *Nyctalus leisleri* (Kuhl 1817) in Südthüringen. Dipl.-arbeit Univ. Halle-Wittenberg: 120 S.
- SCHRÖPFER, R., R. FELDMANN & H. VIERHAUS. 1984. Die Säugetiere Westfalens. *Abh. Westf. Mus. Naturkde.* 46(4): 80-143.
- SCHRÖTER, H. & H. SCHELSHORN. 1993. Nistkastenkontrollen in Baden-Württemberg. *AFZ* 48(11): 540-542.
- SCHWARTING, H. 1990. Kastenquartiere für Baumfledermäuse. *Natur und Museum* 120(4): 118-126.
- SCHWARTING, H. 1992. Eine reviertreue Mausohr-Fledermaus. *Natur & Museum* 122(6): 187-191.
- SCHWARTING, H. 1994a. Erfahrungen mit Fledermauskästen in einer hessischen Region. In: Die Fledermäuse Hessens (Hrsg. AGFH), *Verlag Manfred Hennecke*: 159-166.
- SCHWARTING, H. 1994b. Erste Erfahrungen mit Fledermausüberwinterungs- und Koloniekästen in einer hessischen Region. *Nyctalus* 5(1): 59-70.
- SCHWARZ, J. 1988. Untersuchungen zum Jagdverhalten des Abendseglers (*Nyctalus noctula*, Schreber 1774). Dipl.-arbeit Univ. Kiel: 93 S.
- SCHWENKE, W. 1983. Zur Ansiedlung von Singvögeln und Fledermäusen in Kunsthöhlen in Kiefernwäldern, unter besonderer Berücksichtigung früherer und neuer Kontrollergebnisse im Geisenfelder Forst, Oberbayern. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 56: 52-58.
- SCHWENKE, W. 1984. Neue Erkenntnisse zur Ansiedlung von Fledermäusen und Vögeln in Wäldern mit Hilfe von Kunsthöhlen. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 57: 94-97.
- SCHWENKE, W. 1988a. Fledermausschutz und -ansiedlung im Wald; Erfolge und Probleme. *Forstwiss. Cbl.* 107: 197-202.
- SCHWENKE, W. 1988b. Versuche zur Förderung von Waldfledermäusen mittels Vogel- und Fledermaus-Kunsthöhlen 1982-1987 im Geisenfelder Forst. *Myotis* 26: 145-152.
- SEDGWICK, J.A. & F.L. KNOPF. 1992. Cavity turnover and equilibrium cavity densities in a cottonwood bottomland. *J. Wildl. Manage.* 56: 477-484.
- SHAFFER, C. 1990. Nature reserves-island theory and conservation practice. *Smithsonian Inst. Press/Washington-London*: 189 S.
- SHIEL, C.B., C.M. MCANEY & J.S. FAIRLEY. 1991. Analysis of the diet of Natterer's bat *Myotis nattereri* and the common long-eared bat *Plecotus auritus* in the West of Ireland. *J. Zool., Lond.* 223: 299-305.
- SHIEL, C.B., P.L. DUVERGÉ, P. SMIDDY & J.S. FAIRLEY. 1998. Analysis of the diet of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland with some comparative analyses from England and Germany. *J. Zool., Lond.* 246: 417-425.
- SHIEL, C.B. & J.S. FAIRLEY. 1998. Activity of Leisler's bat *Nyctalus leisleri* (Kuhl) in the field in south-east county Wexford, as revealed by a bat detector. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 98B (2): 105-112.
- SIEMERS, B.M. & H.-U. SCHNITZLER. 1997a. Natterer's bat (*Myotis nattereri*): an FM-bat specialized in detecting insect-prey close to vegetation by echolocation. *Proc 25th Göttingen Neurobiology Conference II*: 365.
- SIEMERS, B.M. & H.-U. SCHNITZLER. 1997b. Vegetationsnahe Ressourcennutzung mittels Echoortung: die Nische der Fransenfledermaus *Myotis nattereri*. *Z. Säugetierkunde* 62: 45-46.
- SIERRO, A. & R. ARLETTAZ. 1997. Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths: implications for foraging tactics and conservation. *Acta Oecologica* 18(2): 91-106.
- SKIBA, R. 1986. Sommernachweise der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839), im Frankensteinwald und Fichtelgebirge. *Säugetierkundl. Mitt.* 33(1): 71-73.
- SKIBA, R. 1987. Zum Vorkommen der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839), im Südosten der Bundesrepublik Deutschland. *Myotis* 25: 29-35.
- SKIBA, R. 1989. Die Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839), in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik. *Myotis* 27: 81-98.
- SKIBA, R. 1995. Zum Vorkommen der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839), in Süddeutschland. *Nyctalus* 5(6): 593-601.
- SLUITER, J.W. & P.F. VAN HEERDT. 1966. Seasonal habits of the noctule bat (*Nyctalus noctula*). *Archives Néerlandaises de Zoologie* 16(4): 423-439.
- SOMMER, R. & S. SOMMER. 1997. Ergebnisse zur Kotanalyse bei Teichfledermäusen, *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). *Myotis* 35: 103-107.
- SPITZENBERGER, F. 1986. Die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni* Keyserling & Blasius, 1839) in Österreich. *Mammalia austriaca* 10 (Mammalia, Chiroptera). *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 87(B): 117-130.
- SPITZENBERGER, F. 1988. Großes und Kleines Mausohr, *Myotis myotis* Borkhausen, 1797, und *Myotis blythi* Tomes 1857 (Mammalia, Chiroptera) in Österreich. *Mitt. Abt. Zool. Landesmus. Joanneum* 42: 1-68.
- SPITZENBERGER, F. 1993a. Die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus* Schreber 1774) in Österreich. *Mammalia austriaca* 20. *Myotis* 31: 111-153.
- SPITZENBERGER, F. 1993b. Angaben zu Sommerverbreitung, Bestandsgröße und Siedlungsdichten einiger gebäudebewohnender Fledermäuse Kärntens. *Myotis* 31: 69-110.
- SPITZENBERGER, F. 1997. Verbreitung und Bestandsentwicklung der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) in Österreich. Tagungsband «Zur Situation der Hufeisennasen in Europa»; Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. (Hrsg.): 135-142.
- SPITZENBERGER, F. & K. BAUER. 1987. Die Wimperfledermaus, *Myotis emarginatus* Geoffroy, 1806 (Mammalia, Chiroptera) in Österreich. *Mammalia austriaca* 13. *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum in Graz* 40: 41-64.
- STEBBINGS, R.E. 1974. Artificial roosts for bats. *O.J. Devon Trust for Nature Conservation* 6: 114-119.
- STEBBINGS, R.E. 1988. Conservation of European Bats. *Christopher Helm Ltd., London*: 246 S.
- STEBBINGS, R.E. & S.T. WALSH. 1991. Bat boxes. The Bat Conservation Trust, Selbstverlag, 3. Aufl.
- STEIN, J. 1978. Altholzinseln, ein neuartiges Biotopschutzprogramm im hessischen Wald. *Naturschutz in Nordhessen. Grebenstein* 2: 15-30.
- STEIN, J. 1981. Biotopschutzprogramm Altholzinseln im hessischen Wald. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 20: 91-110.

- STEINHAUSER, D. 1997. Systematische Erfassungen zur Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling u. Blasius, 1839), im Süden des Landes Brandenburg-Reproduktionsnachweis. *Nyctalus* 6(4): 375-389.
- STRATMANN, B. 1973. Hege waldbewohnender Fledermäuse mittels spezieller Fledermausschlaf- und -fortpflanzungskästen im StFB Waren (Müritz). Teil 1. *Nyctalus* 5: 6-16.
- STRATMANN, B. 1978. Faunistisch-ökologische Beobachtungen an einer Population von *Nyctalus noctula* im Revier Ecktannen des StFB Waren (Müritz). *Nyctalus* 1(1): 2-22.
- STRATMANN, B. 1979. Untersuchungen über die historische und gegenwärtige Verbreitung der Fledermäuse im Bezirk Halle (Saale) nebst Angaben zur Ökologie. Teil 1. *Nyctalus* 1(2): 97-121.
- STRATMANN, B. 1980. Untersuchungen über die historische und gegenwärtige Verbreitung der Fledermäuse im Bezirk Halle (Saale) nebst Angaben zur Ökologie. Teil 2. *Nyctalus* 1(3): 177-186.
- STRATMANN, B. & V. STRATMANN. 1980. Kleinabendsegler, *Nyctalus leisleri* (Kuhl 1818), am nördlichen Harzrand bei Thale, Kreis Quedlinburg. *Nyctalus* 1(3): 203-208.
- STRELKOV, P.P. 1983. *Myotis mystacinus* and *Myotis brandti* in the USSR and interrelations of these species. Part 2. *Zool. Zhurnal* 62: 259-270.
- STURM, K. 1993. Prozeßschutz-ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 2: 181-192.
- STURM, K. 1994. Naturnahe Waldnutzung in Mitteleuropa. Unveröff. Gutachten i.A. von Greenpeace Deutschland: 47 S.
- STUTZ, H.P. 1984. Verbreitung und Arealverlust der Kleinen Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz. *Jber. naturf. Ges. Graubünden* 101: 180-184.
- STUTZ, H.P. 1989. Die Höhenverteilung der Wochenstuben einiger ausgewählter schweizerischer Fledermausarten (Mammalia, Chiroptera). *Revue suisse Zool.* 96(3): 651-662.
- STUTZ, H.P. & M. HAFFNER. 1984. Summer colonies of *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Chiroptera) in Switzerland. *Myotis* 21/22: 109-112.
- STUTZ, H.P. & M. HAFFNER. 1985. Baumhöhlenbewohnende Fledermausarten der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwes.* 136(11): 957-963.
- SULLIVAN, C.M., C.B. SHIEL, C. MCANEY & J.S. FAIRLEY. 1993. Analysis of the diets of Leisler's *Nyctalus leisleri*, Daubenton's *Myotis daubentoni* and Pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. *J. Zool., Lond.* 231: 656-663.
- SWIFT, S.M. 1997. Roosting and foraging behaviour of Natterer's bats (*Myotis nattereri*) close to the northern border of their distribution. *J. Zool., Lond.* 242: 375-384.
- SWIFT, S.M. & P.A. RACEY. 1983. Resource partitioning in two species of vespertilionid bats (Chiroptera) occupying the same roost. *J. Zool., Lond.* 200: 249-259.
- SWIFT, S.M., P.A. RACEY & M.I. AVERY. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. Diet. *J. Anim. Ecol.* 54: 217-225.
- TAAKE, K.-H. 1984. Strukturelle Unterschiede zwischen den Sommerhabitaten von Kleiner und Großer Bartfledermaus (*Myotis mystacinus* und *M. brandti*) in Westfalen. *Nyctalus* 2(1): 16-32.
- TAAKE, K.-H. 1988. Künstliche Sommerquartiere für waldbewohnende Fledermäuse. *Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz* 81: 77-79.
- TAAKE, K.-H. 1992. Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse. *Myotis* 30: 7-74.
- TAAKE, K.-H. & U. HILDENHAGEN. 1989. Nine years' inspections of different artificial roosts for forest-dwelling bats in Northern Westfalia: Some results. In: Proc. Fourth European Bat Research Symposium; Charles University Press Praha: 487-494.
- TAAKE, K.-H. & H. VIERHAUS. 1984. Rauhhauffledermaus (*Pipistrellus nathusii*) (Keyserling und Blasius, 1839). In: Die Säugetiere Westfalens. *Abh. Westf. Mus. f. Naturkde.* 46(4): 132-135.
- TRAPPMANN, C. 1996. Untersuchungen zur Nutzung von Winterquartieren und Sommerhabitaten in einer Population der Fransenfledermaus *Myotis nattereri* (Kuhl 1817) in Bereichen der Westfälischen Bucht. Dipl.-arbeit Univ. Münster: 149 S.
- TRESS, C. 1980. Nachweis des Kleinabendseglers, *Nyctalus leisleri* (Kuhl), in Thüringen. *Nyctalus* 1(3): 263-264.
- TRESS, C., J.A. FISCHER, K.P. WELSCH, F. FIRNAU, F. HENKEL & J. TRESS. 1988. Zur Bestandssituation der Fledermäuse Südthüringens. Teil 1. *Veröff. Naturh. Mus. Schloss Bertholdsburg* 3: 92-97.
- TRESS, J., C. TRESS, K.P. WELSCH, R. BACHMANN, M. BIEDERMANN, J.A. FISCHER, F. FORCH, M. FRANZ, M.H.F. HEDDERGOTT, D. IFFERT, A. MEHM & W. SAUERBIER. 1994. Fledermäuse in Thüringen. Kartierungsergebnisse der Interessengemeinschaft Fledermausschutz und -forschung in Thüringen. *Naturschutzreport* 8: 136 S.
- TUPINIER, D. 1981. Experimentelle Untersuchung mit künstlichen Rastplätzen für Fledermäuse. *Myotis* 18/19: 37-40.
- TUPINIER, Y. 1997. Die akustische Welt der europäischen Fledermäuse. *Société Linnéenne de Lyon*: 136 S.
- TUTTLE, M. & D.L. HENSLEY. 1993. The bat house builder's handbook. Bat Conservation International, Univ. of Texas Press. Austin.
- VIERHAUS, H. 1997. Zur Entwicklung der Fledermausbestände Westfalens - eine Übersicht. *Abh. Westf. Mus. Naturkd.* 59(3): 11-24.
- VIERHAUS, H. & R. SCHRÖPFER. 1984. Kleinabendsegler (*Nyctalus leisleri*) (Kuhl, 1817). In: Die Säugetiere Westfalens. *Abh. Westf. Mus. f. Naturkde.* 46(4): 125-127.
- VOGEL, S. 1988. Etho-ökologische Untersuchungen an zwei Mausohrkolonien (*Myotis myotis*, Borkhausen, 1797) im Rosenheimer Becken. Dipl.-arbeit Univ. Gießen: 100 S.
- WAGNER, M. 1998. Jagdverhalten und Raumnutzung von Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteini*) in unterschiedlichen Lebensräumen. Staatsexamensarbeit Univ. Würzburg: 115 S.
- WATERS, D.A., J. RYDELL & G. JONES. 1995. Echolocation call design and limits on prey size: a case study using the aerial-hawking bat *Nyctalus leisleri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 37: 321-328.
- WEGGLER, M. & B. ASCHWANDEN. 1999. Angebot und Besetzung natürlicher Nisthöhlen in einem Buchenmischwald. *Der Ornithologische Beobachter* 96: 83-94.
- WEID, R. 1988. Occurrence of the particoloured bat *Vespertilio murinus* (Linné, 1758) in Greece and some observations on its display behaviour. *Myotis* 26: 117-128.
- WEID, R. & O.V. HELVERSEN. 1987. Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. *Myotis* 25: 5-27.
- WEIDNER, H. 1995. Naturwissenschaftliche Heimatforschung: Die Nutzung von Fledermauskästen im ersten Jahr nach ihrer Aufhängung. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 32(3): 76-79.

- WEIDNER, H. 1997. Nachweise des Mausohrs, *Myotis myotis*, in Wäldern Ostthüringens. *Nyctalus* 6(4): 418-422.
- WEIDNER, H. 1998. Biologische Untersuchungen in einer Wochenstube der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri* (Kuhl, 1818) in einem Fichtenwald Ostthüringens. *Nyctalus* 6(5): 506-516.
- WEIGOLD, H. 1973. Jugendentwicklung der Temperaturregulation bei der Mausohrfledermaus (*Myotis myotis*). *J. Comp. Physiol.* 85: 169-212.
- WEINER, P. 1998. Untersuchungen der Fledermausfauna von Herrenchiemsee (Obb.) unter besonderer Berücksichtigung der Kleinen Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*). Dipl.-arbeit Univ. München: 115 S.
- WEISHAAR, M. 1995. Effizienz verschiedener Untersuchungsmethoden für die Nachweisbarkeit von Fledermausarten. *Dendrocopos* 22: 3-9.
- WEISHAAR, M. 1996. Status der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*) im Westen von Rheinland-Pfalz. *Nyctalus* 6(2): 121-128.
- WEISSMANN, K. 1997. Einfluß der Temperatur auf die Quartierwahl weiblicher Bechsteinfledermäuse (*Myotis bechsteini*). Dipl.-arbeit Univ. Würzburg.
- WHITE, G.C. & R.A. GARROTT. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. Academic Press San Diego.
- WHITTAKER, R. 1969. Evolution of diversity in plant communities. In: Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven National Laboratory, Nat. Techn. Inf. Service, Springfield.
- WILHELM, M. 1978. Wochenstube von *Myotis bechsteini* (Kuhl). *Nyctalus* 1(1): 29-32.
- WILLIAMS, L.M. & M.C. BRITTINGHAM. 1997. Selection of maternity roosts by Big Brown Bats. *J. Wildl. Manage.* 61(2): 359-368.
- WISSING, H. 1996a. Interspezifische Vergesellschaftung von Fledermäusen in künstlichen Nisthöhlen in der Pfalz. *Flora und Fauna Rheinland-Pfalz Beiheft* 21: 107-110.
- WISSING, H. 1996b. Winterquartiere des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*) in der Pfalz (BRD, Rheinland-Pfalz). *Flora und Fauna Rheinland-Pfalz* 21: 111-118.
- WISSING, H. & H. KÖNIG. 1994. Ergebnisse der Fledermauserfassung in Nistkästen und Winterquartieren der Pfalz (Mammalia: Chiroptera), Sommer 1993 und Winter 1993-94. *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* 7(3): 719-732.
- WISSING, H. & H. KÖNIG. 1995. Ergebnisse der Fledermauserfassung in Nistkästen und Winterquartieren der Pfalz (Mammalia Chiroptera) - Sommer 1994 und Winter 1994/95. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 8(1): 65-78.
- WOLZ, I. 1986. Wochenstuben-Quartierwechsel bei der Bechsteinfledermaus. *Z. Säugertierkunde* 51: 65-74.
- WOLZ, I. 1992. Zur Ökologie der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818) (Mammalia: Chiroptera). Dissertation Univ. Erlangen-Nürnberg: 147 S.
- WOLZ, I. 1993. Das Beutespektrum der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818) ermittelt aus Kotanalysen. *Myotis* 31: 27-68.
- ZAHN, A. 1995. Populationsbiologische Untersuchungen am Großen Mausohr (*Myotis myotis*). Dissertation Univ. München; Verlag Shaker Aachen: 129 S.
- ZAHN, A. 1999. Untersuchungen zur Bestandsentwicklung und zum Schutz von Fledermäusen in Südbayern im Zeitraum 1.5.1988-30.4.1999. Studie im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz; unveröffentlichter Bericht.
- ZAHN, A., C. CHRISTOPH, L. CHRISTOPH, M. KREDLER, A. REITMEIER, F. REITMEIER, C. SCHACHENMEIER & T. SCHOTT (in prep). Die Nutzung von Spaltenquartieren an Gebäuden durch Abendsegler (*Nyctalus noctula*) in Südostbayern.
- ZAHN, A. & K. KRÜGER-BARVELS. 1996. Wälder als Jagdhabitats von Fledermäusen. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 5: 77-84.
- ZAHNER, M. 1984. Nahrungszusammensetzung, Aktivität und nächtliche Aufenthaltsräume von *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera, Rhinolophidae). Dipl.-arbeit Univ. Zürich.
- ZAHNER, V. 1993. Höhlenbäume und Forstwirtschaft. *AFZ* 11: 538.
- ZIEGLER, K. & J. ZIEGLER. 1991. Erfolgreiche Anhebung des Waldfledermaus-Bestandes. *AFZ* 14: 713-714.
- ZIMMERMANN, K. 1992. Artenschutzprojekt Fledermäuse in Rheinland-Pfalz, II. Abschlußbericht zum Schwerpunktprogramm 1.2: Fledermausarten verschiedener Waldtypen (an der Mosel). Unveröff. Bericht i.A. des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz.
- ZINGG, P.E. & R. MAURIZIO. 1991. Die Fledermäuse (Mammalia: Chiroptera) des Val Bregaglia, Graubünden. *Jber. Natf. Ges. Graubünden* 106(1): 43-88.
- ZÖPHEL, U. 1998. Stand und Probleme der Fledermausmarkierung in Ostdeutschland. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 1: 32-35.

ANNEXES

Adresses:

Centrales de baguage:

Correspondant Ouest: Déclaration de bagues avec la mention « Mus. Bonn »:

Dr Hubert Roer & Dr Rainer Hutterer, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander König, Adenauerallee 160, 53113 Bonn

Tél. Dr Roer: 0228-9122-285; Tél. Dr Hutterer: 0228-9122-261

Fax: 0228-216979

E-mail: r.hutterer.zfmk@uni-bonn.de

Correspondant Est: Déclaration de bagues avec la mention « MU Dresden » ou ILN:

Dr. Ulrich Zöphel, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden

Tél.: 0351-8928-318

Fax: 0351-8928-318

Observations de chauves-souris dans des nichoirs (bibliographie, voir aussi chap. 3.3.2)

Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*)

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Issel (bois)	Pinèdes, peuplements pin-épicéa	---	---	Animal isolé, gîte de reproduction	---	---	--- (37,5 %)	1
Henze 1963, 1976	Nichoirs à oiseaux	Pinède	---	---	Gîte de reproduction	---	---	---	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Gauss 1972	Berlepsch-nichoirs à mésanges (bois), Nichoirs à oiseaux (Schwegler)	Pinède avec mélange feuillus	---	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1 %)	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN, 2M (Schwegler), Mann (béton-bois), nichoir à pignon bavarois, « Baumläufer » (Sté Grund), Issel, Stratmann FS1 (bois), 4 m	Chênaie mélangée	2 lacs, sous-étage rare	21.2-30.11	Gîte de reproduction animal isolé	+	Près de laies forestières dans le peuplement (SO à SE)	---	1
Gerell 1985	FS1 (bois), 2F (Schwegler), Siporex- et Gerell nichoir béton allégé	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Boldhaus 1988	1B, 2FN (Schwegler), 3-5 m	Forêt de pin et chêne pédonculé	Ruisseau	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	< 1 % (5 %)	Au plus 3
Nagel & Nagel 1988, 1993	---	Forêt mélangée résineuse	Ruisseaux, sous- étage dense	À partir d'août, plus que rarement	Animaux isolés	---	---	--- (< 1 %)	6
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond « Nagel » (Strobel)	Ancienne forêt alluviale	---	---	Animal isolé	---	Exposé N, croisement de chemins, lisière	1,0 % (50 %)	1
Gebert 1989	Nagel-nichoir plat, Nagel-nichoir rond, 2FN, nichoirs à oiseaux	Forêt hêtre, sapin, épicéa	Ruisseaux, étangs, tourbières	---	Animaux isolés, gîte intermédiaire	++	---	18,1 % (96,1 %)	1
Iffert <i>et al.</i> 1989	---	Pinède mélangée	Lacs	---	---	---	---	--- (31,7 %)	2

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Labes 1989a	Stratmann FS1	Tourbière à pins et bouleaux, hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	---	---	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois)	Pinède	---	---	Gîte de reproduction	---	---	---	---
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Kolodzie 1989- 1998 (non publié)	Nichoirs à chauves-souris 4-5 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt résineuse (épicéa), mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Ruisseau, étang, lac	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
Schwarting 1990, 1992, 1994a, b	2FN	Pinède avec en mélange chêne et hêtre	Espaces humides, gravières, bras fluviaux morts, forêt alluviale	---	Animaux isolés	---	---	--- (1,3%)	---
Schmidt 1990, 1991a	Issel	Pinède	Coupes rases, régénérations	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1%)	---
Fritsch 1991	Nichoir à pignon bavarois, nichoirs voûte de Thuringe, cavité Schwegler, nichoir à chauves-souris bavarois	Pinède avec épicéa	Tourbières bombées, étangs, piscicultures	Fin août, début septembre	Gîte d'été, gîte d'accouplement, Animaux isolés	---	Envol libre et caché, exposé NE-S	23 % (90,3%)	---
Ziegler & Ziegler 1991	---	Forêt 60 % épicéa, 30 % sapin, 10 % hêtre	---	---	Animal isolé	---	---	---	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Kulzer <i>et al.</i> 1993	Nichoires à oiseaux	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	---	---	---	---	---	---	---
Kallasch & Lehnert 1995	Nichoir à chauves-souris	---	Plans d'eau	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
König & König 1995	---	Forêt mélangée feuillue	---	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1 %)	---
Leitl 1995	Nichoir à pignon bavarois, 2F (Schwegler)	Pessières et pinèdes	Etangs	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Près de chemins	13,7 % (73,1 %)	---
Scholz 1995	Nichoires à oiseaux 4 m	Forêt alluviale (surtout peuplier avec frêne, chêne, érable sycomore)	Rivières	Octobre seulement	Gîte intermédiaire (groupe)	---	SE, sans soleil direct	< 1 % (1 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Bäb-nichoires plats	Pessière, forêt alluviale à bois durs	---	---	Groupe	---	---	< 1 % (6 %)	1

Murin des marais (*Myotis dasycneme*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN (Schwegler)	Chênaie mélangée	2 lacs	---	Animal isolé, gîte, d'accouplement	---	---	---	19
Labes 1989a	---	Hêtraie	Taillis humide, lacs, rivières, tourbières	---	---	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---

Murin de Brandt (*Myotis brandtii*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Stebbing 1974 ; Stebbing & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Lande à pins	---	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1%)	---
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie	Taillis humide, tourbières, trou d'eau	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Intérieur des peuplements, coupes rases, chemins, zones claires	---	1

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Gerell 1985	Nichoir à chauves-souris (bois) (type hollandais)	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Boldhaus 1988	1B (Schwegler), 3-5 m	Forêts claires de pin et chêne pédonculé	Ruisseau	---	Animaux isolés	---	---	< 1% (1,3%)	---
Iffert <i>et al.</i> 1989	Ibisch	Pinède mélangée	Lacs	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1%)	---
Labes 1989a	Stratmann FS1	Hêtraie	Taillis humide, lacs, rivières, tourbières	---	---	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois)	Pinède	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F, FS1 (bois, béton-bois)	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1%)	2
Mainer 1991, 1995	FS1	Forêt épicéa 55%, pin sylvestre 25%	---	---	Animal isolé	---	Croisement de chemin	---	---
Kallasch & Lehnert 1995b	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Thiese- et Bäß-nichoirs plats, nichoirs ronds	Pessière, peuplement chêne-hêtre, forêt alluviale à bois durs	Etangs, trou d'eau, ruisseau, lac	---	Animaux isolés	---	---	> 4% (10%)	1

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Ohlendorf & Ohlendorf 1998	Nichoirs à chauves-souris (béton-bois)	Forêt quasi- naturelle, chêne rouvre-charme	Bois mort, sans sous-étage	---	---	---	Pente exposée sud	---	1

Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Stebbing 1974 ; Stebbing & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Landes à pin	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1 %)	---
Tupinier 1981	Nichoir à chauves-souris (bois)	---	---	Mai-octobre	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
Nagel & Nagel 1988, 1993	---	Forêt mélangée à feuillue	Sous-étage dense	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1 %)	10
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animal isolé	---	---	--- (<1 %)	---
Kulzer <i>et al.</i> 1993	Nichoirs plats, nichoirs ronds	Forêt mélangée (épicéa 34, hêtre 24, chêne 16)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Kallasch & Lehnert 1995	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Pessière forêt alluviale à bois dur Hartholzaue	---	---	Animal isolé	---	---	< 1 % (2 %)	1

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Ohlendorf & Ohlendorf 1998	Nichoirs à chauves-souris (béton-bois)	Forêt quasi naturelle, chêne rouvre-charme	Bois mort, sans sous-étage	---	---	---	Pente exposée sud	---	1

Murin de Brandt indéterminé (*Myotis cf. brandtii*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux, Issel (bois)	Pinèdes, peuplements pin-épicéa	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (1,0 %)	1
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Gîte de reproduction	---	---	--- (< 5 %)	---
Kolodzie 1989-1998 (non publié)	Nichoirs à chauves-souris 5-5,3 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt résineuse (épicéa), forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Étang	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---

Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/ animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Kolodzie 1989- 1998 (non publié)	Nichoirs à chauves-souris 5 m	Forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Lac	---	Animal isolé	---	---	---	---

Murin de Natterer (*Myotis nattereri*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/ animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Henze 1963, 1976	Nichoirs à oiseaux	---	---	---	Gîte de reproduction	---	---	---	---
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux	Pinèdes, peuplements pin-épicéa	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1%)	---
Stebbins 1974 ; Stebbins & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Lande à pin	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (15,9%)	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schlapp 1981, 1990	Nichoir à pignon bavarois/ 1,20-2 m	Forêt feuillue mélangée avec 41 % hêtre, 19 % chêne, 5 % charme	Petits plans d'eau	---	Gîte de reproduction, animaux isolés	---	Le long de chemins, peuplements clairs	---	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2M Ø 26 mm, 2F (Schwegler)	Chênaie mélangée	2 lacs	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	16
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie, pinède	Taillis humides, tourbières, trou d'eau	---	Animaux isolés	---	A l'intérieur de peuplements, coupes rases, chemins, zones claires	---	2
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	Nichoir à oiseaux Ø 27 mm (béton-bois)	Pinède avec épicéa	---	---	Animaux isolés	---	Laies forestières, zones claires	--- (3,1 %)	---
Boldhaus 1988	2FN entre autres nichoirs Schwegler, 3-5 m	Pinède et forêts à chêne pédonculé	Ruisseau	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	++	---	2,9 % (87,5 %)	Au plus 3
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoirs plats	Forêt résineuse mélangée, forêt feuillue mélangée avec plantations d'épicéa	Sous-étage dense	---	Animaux isolés	---	---	--- (1,2 %)	5
Iffert <i>et al.</i> 1989	Ibisch	Pinède mélangée	Lacs	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1 %)	---
Labes 1989a	Stratmann FS1	Tourbière à pin et bouleaux	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	16.4- 23.10	Gîte de reproduction	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois), nichoir à oiseaux	Pinède	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F, FS1 (bois, béton-bois)	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Boyd & Stebbings 1989; Stebbings & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois)	Pinède de 70 ans	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (2,6%)	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond « Nagel » (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendre	Berge	---	Animaux isolés	---	Toutes directions, lisière, piste	2,0 % (3,2%)	3
Kolodzie 1989-1998 (non publié)	Nichoirs à chauves-souris 5 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Lac	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animal isolé	---	---	--- (<1%)	---
Fritsch 1991	Nichoir à pignon bavarois	Pinède avec épicéa	Tourbière bombée, étang	Fin août/début septembre	Gîte d'été, animaux isolés	---	exposition SE-S, envol libre	1,5 % (5,8%)	---
Ziegler & Ziegler 1991	Nichoir à oiseaux (béton-bois), 1,7 m	Forêt 60 % épicéa, 30 % sapin, 10 % hêtre	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Mainer 1991, 1995	FS1, FS3	Forêt épicéa 55 %, pin sylvestre 25 %	Eaux peu profondes	---	Gîte intermédiaire	---	Chemin forestier, intérieur du peuplement	---	4

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Albrecht & Hammer 1993	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	---	13 % (80 %)	---
Kallasch & Lehnert 1995	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
König & König 1995	2M, 3SV et 2FN; env. 4 m	Forêt mélangée feuillue (chêne rouvre, hêtre)	Sous-étage pauvre, chablis clair	10.4-18.11 Maximum en août	Gîte de reproduction, animaux isolés	+++	Le long de pistes forestières	29,1 % (19,8 %)	1
Leitl 1995	Nichoir à pignon bavarois, 2F (Schwegler), semi- cavités à grimpeaux	Forêt pin-épicéa	Structures denses	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Près de chemins	3,8 % (12,4 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Nichoirs béton-bois, nichoir à oiseaux (bois)	Forêt pin-épicéa	Etangs	3. 4-16. 11.	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (34 %)	1

Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux, Issel (bois)	Pinède, peuplement pin sylvestre - épicéa	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (1,0 %)	1
Henze 1963, 1976	Nichoirs à oiseaux	---	---	---	Gîte de reproduction	---	---	--- (15%)	---
Gauss 1972	Nichoir à oiseaux (Schwegler)	Pinède, feuillus en mélange	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (? < 5 %)	---
Schlapp 1981, 1990	Nichoir à pignon bavarois/ 1,20-2 m	Forêt mélangée feuillue avec 41 % hêtre, 19 % chêne, 5 % charme	Petits plans d'eau	Maximum en août et septembre	Gîte de reproduction, animaux isolés	+++	Le long de chemins, peuplements clairs	Avec des couvées d'oiseaux 1 %; après 25,5 % (---)	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	1B Ø 32 mm (Schwegler), 4 m	Forêt mélangée (épicéa, pin sylvestre, chêne, bouleau)	Étangs	---	Animal isolé	---	---	---	---
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	Nichoir à oiseaux Ø 27-32 mm (béton-bois)	Pinède avec épicéa	---	---	Gîte de reproduction (éventuel), animaux isolés	---	Laies forestières, zones claires	--- (9,1 %)	---
Boldhaus 1988	1B, 2F (Schwegler), 3-5 m	Forêts claires de pin et chêne pédonculé	Ruisseau	---	Animaux isolés	---	---	< 1 % (2,5 %)	Au plus 3

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoir rond	Forêt mélangée résineuse, forêt mélangée feuillue avec reboisements épicéa	Sous-étage dense	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1 %)	4
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F, FS1 (béton-bois)	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendres	Sous-étage	---	Animal isolé	---	Exposé O à SO, peuplement	---	1
Kulzer <i>et al.</i> 1993	---	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	Ruisseau, trou d'eau	Fin août- octobre, contrôlé	Probablement gîte de reproduction	---	---	---	---
König & König 1995	2M, 3SV et 2FN; env. 4 m	Forêt mélangée feuillue (chêne rouvre, hêtre)	Sous-étage pauvre, chablis clair	16.4- 19.11 ; maximum juillet - sept.	Gîte de reproduction	+++	Le long de chemins forestiers	25,5 % (57,8 %)	2
Leitl 1995	Nichoir à pignon bavarois, nichoir rond à chauves- souris (Schwegler)	Forêt pin-épicéa	Régénération étagée, réserves feuillues, trouées chablis	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Près de chemins	2,3 % (3,8 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Nichoir béton-bois (Strobel)	Pessière, forêt alluviale à bois durs	Étang	---	Animaux isolés	---	---	< 1 % (1 %)	1
Ohlendorf & Ohlendorf 1998	Nichoirs à chauves-souris, béton-bois	Forêt quasi naturelle, chêne rouvre-charme	Bois mort sans sous-étage	---	---	---	Pente exposée sud	---	1

Grand murin (*Myotis myotis*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Issel (bois)	Pinèdes, peuplements pin sylvestre - épicéa	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (1,2%)	1
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	Nichoir à oiseaux Ø 32 mm (béton-bois)	Pinède avec épicéa	---	---	Animaux isolés	---	Laies forestières, zones claires	--- (< 1%)	---
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoirs ronds, nichoirs plats, nichoirs d'hibernation	Forêt mélangée résineuse, forêt mélangée feuillue avec plantations feuillues	Sous-étage dense	Surtout mi-août	Animaux isolés	+ relativement fidèles au lieu	---	--- (11,6%)	5
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois)	Pinède	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Kolodzie 1989-1998 (non publié)	Nichoirs à chauves-souris 4-6,5 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt résineuse (épicéa), forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Ruisseau, lac, étang	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	13.4-10.10	Animaux isolés, gîte d'accouplement	+	---	--- (<1%)	---
Schwarting 1990, 1992, 1994a, b	2FN (Schwegler), 3,5 m	Pinède, chêne et hêtre en mélange	Espaces humides, gravières, forêt alluviale	24.2-13.10	Animaux isolés	---	---	--- (< 1%)	3 (pour zone voisine en 1 ^{ère} année)

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Mainer 1991, 1995	FS1, Richter I	Forêt épicéa 55 %, pin sylvestre 25 %	---	---	Animaux isolés	---	Dans le peuplement	---	---
Ziegler & Ziegler 1991	Nichoirs à chauves-souris (béton-bois), 3,5 m	Forêt 60 % épicéa- 30 % sapin- 10 % hêtre	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Albrecht & Hammer 1993	Nichoir à chauves-souris	---	---	---	Gîte d'accouplement	---	---	2 % (4 %)	---
Kulzer <i>et al.</i> 1993	---	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Kallasch & Lehnert 1995	Nichoir à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
König & König 1995	Uniquement 2FN; env. 4 m	Forêt mélangée (feuillue chêne rouvre-hêtre)	Sous-étage pauvre, chablis clair	16.4-7.10 maximum début octobre	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	Le long de pistes forestières	18,2 % (1,8 %)	4
Leitl 1995	2F (Schwegler)	Forêt pin-épicéa	---	---	Animaux isolés, groupe	---	Près de chemins	2,6 % (1,7 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Thiese- & Bäß nichoir plat, nichoirs ronds béton-bois (Strobel), nichoir à oiseaux (bois)	Peuplement chêne-hêtre, pessière, forêt alluviale à bois dur, forêt épicéa-pin	Ruisseau, petite retenue, étang	---	Animaux isolés, y compris deux jeunes, dont un encore incapable de vol	---	---	---	---

Noctule commune (*Nyctalus noctula*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux	Pinèdes, peuplements pin sylvestre-épicéa	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (2,7 %)	---
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Heerdt & Sluiter 1969	Issel « Puridom », 4-6 m	Parc, zone forestières	---	---	Animaux isolés, groupe	---	Lisière	---	4
Stratmann 1973, 1978	FS1	Pinède	Lacs	---	Animaux isolés, groupes	---	---	---	---
Stebbing 1974 ; Stebbings & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Lande à pins	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (2,1 %)	---
Schlapp 1981, 1990	Nichoir à pignon bavarois/ 1,20-2 m	Forêt feuillue mélangée avec 41 % hêtre, 19 % chêne, 5 % charme	Petits plans d'eau	---	Animaux isolés, gîte intermédiaire	---	Le long des chemins, peuplements clairs	---	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN, 1FS, 1FW (Schwegler), « Dr. Nagel » (Strobel), Stratmann FS1, Issel, grande cavité 4 m	Chênaie mélangée	2 lacs	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement, gîte d'hiver	---	Près de pistes forestières dans le peuplement (SO à SE)	---	1
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie, pinède	Taillis humides, tourbières, trous d'eau, lacs	Maximum fin mai et 2 ^e moitié d'août	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte intermédiaire	---	Intérieur du peuplement coupes rases, chemins, zones claires	---	2

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	Nichoir à oiseaux Ø 32 mm (béton-bois)	Pinède avec épicéa	---	---	Animaux isolés, groupes	---	Laies forestières, zones claires	--- (5,2%)	---
Gerell 1985	FS1 (bois), 2F (Schwegler), Siporex- nichoir à béton allégé	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoir rond, nichoirs d'hibernation	Forêt mélangée résineuse	Sous-étage dense	Maximum mi-octobre	Animaux isolés	+ relativement fidèles au lieu	---	--- (5,2%)	2
Gebert 1989	2FN, nichoir à oiseaux	Forêt hêtre-sapin- épicéa	Ruisseaux, étangs, tourbières	---	Animaux isolés	---	---	< 1% (1%)	---
Iffert <i>et al.</i> 1989	Stratmann FS1, Ibisch	Pinède mélangée	Lacs	---	Animaux isolés	---	---	--- (23,2%)	1
Labes 1989a	Stratmann FS1	Tourbière à pin et bouleau, hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	---	---	+	Le long des chemins, intérieur des peuplements	---	---
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois), nichoir à oiseaux	Pinède	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Taake & Hildenhagen 1989	FS1 (béton-bois), FS3, Schwegler 2M	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Boyd & Stebbins 1989 ; Stebbins & Walsh 1991	Nichoir à chauves- souris (bois)	Pinède de 70 ans	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (8,9%)	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond « Nagel » (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendre	---	---	Animaux isolés	---	Exposé O et S, chemin, lisière	2,0% (3,2%)	3

Source	Type de nichoir / hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie / animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Kolodzie 1989-1998 (non publié)	Nichoir à chauves-souris 5 m	Forêt résineuse (épicéa)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Issel, Richter, Stratmann	Pinède	Coupe rase, régénération	3.4-3.11	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte intermédiaire	---	---	--- (7,9%)	---
Schwartzing 1990, 1992, 1994a, b	2FN, 1FW, 1,5-3,5 m	Pinède, chêne et hêtre en mélange	Espace humide gravière, bras mort	24.2-24.11, Maxima printemps /automne	Animaux isolés, gîtes d'hiver (nov.)	+ à ++	Exposé S, ensoleillé	--- (27,0%)	---
Kallasch & Lehnert 1995b	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
König & König 1995	Exclusivement 2FN; ca. 4 m	Forêt feuillue mélangée (chêne rouvre, hêtre)	Sous-étage pauvre, chablis clair	14.4-27.11, maximum printemps et automne	Mâles, gîte intermédiaire, gîte d'accouplement	---	Le long de laies forestières	1,8% (2,6%)	3
Leitl 1995	2F (Schwegler) 3,5 m	Forêt pin-épicéa	Biotope humide	---	Animaux isolés	---	Près de chemins	< 1% (< 1%)	---
Scholz 1995	FS1 5 m, nichoir à oiseaux 3,2 m	Forêt alluviale (surtout peuplier avec frêne, chêne, érable sycomore)	---	Seulement sept/oct.	Animaux isolés	---	SE-S, sans soleil direct	3,2% (3,6%)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Forêt pin-épicéa, peuplement chêne-hêtre	Lac	---	Animaux isolés	---	---	< 1% (2%)	1

Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux, Issel (bois)	Pinèdes, peuplements pin sylvestre-épicéa	---	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	--- (9,4%)	1
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Schlapp 1981, 1990	Nichoir à pignon bavarois/1,20-2 m	Forêt feuillue mélangée avec 41 % hêtre, 19 % chêne, 5 % charme	Petit plan d'eau	---	Animaux isolés, gîte intermédiaire	---	Le long de chemins, peuplements clairs	---	---
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie	Taillis humides, tourbières, trous d'eau	---	Gîte intermédiaire	---	Intérieur des peuplements coupes rases, chemins, zones claires	---	4
Nagel & Nagel 1988, 1993	---	Forêt résineuse mélangée	Sous-étage dense	---	Animaux isolés	---	---	--- (2,9%)	6
Boyd & Stebbings 1989; Stebbings & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois)	Pinède de 70 ans	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (1,0%)	8
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoirs ronds « Nagel » (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendre	Sous-étage	---	Gîte intermédiaire, gîte d'accouplement	---	Toutes directions, peuplement	3,1% (29,0%)	3
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	--- (1,4%)	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schwarting 1990, 1992, 1994a, b	---	Pinède, chêne et hêtre en mélange	Espace humide gravière, bras morts forêt alluviale	31.3-1.11, maximum en mai et août/sept.	Animaux isolés	++	---	--- (< 1 %)	---
Kulzer <i>et al.</i> 1993	---	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	Ruisseau	---	---	---	Exposé S	---	---
Schorcht 1994	Nichoires plats (Worliczek)	Pinède, îlots à vieux bois chêne/ hêtre	Piscicultures, prairies, tourbières en formation, strate dense herbacée	10.4-30.9.	Gîte de reproduction, gîte d'accouplement	++	Exposition SO partiellement sans ombrage	> 50 % (---)	---
König & König 1995	2M, 3SV et gîte de reproduction seulement en 2FN; env. 4 m	Forêt feuillue mêlée (chêne rouvre, hêtre)	Sous-étage rare, chablis clairs	24.4-4.10; Maximum en mai et août	Gîte de reproduction, gîte intermédiaire, gîte d'accouplement	++ mâles plutôt +	Le long de laies forestières	29,1 % (16,5 %)	1
Leitl 1995	Nichoir à pignon bavarois	Forêt pin-épicéa	Étang	---	Animaux isolés	---	Près de chemins	< 1 % (< 1 %)	---
Scholz 1995	FS1 5 m, nichoir à oiseaux 3,20-4 m	Forêt alluviale (surtout peuplier avec frêne, chêne, érable sycomore)	Rivière	Fin juillet/ début août	Gîte intermédiaire	---	SE-S, sans soleil direct	2,4 % (34 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	Bäb-nichoir plat	Pessière forêt alluviale à bois dur	---	---	Groupe	---	---	< 1 % (3 %)	1
Ohlendorf & Ohlendorf 1998	2FN (Schwegler)	Forêt quasi naturelle, chêne rouvre-charme	Bois morts, sans sous-étage	---	Gîte d'accouplement	---	Pente exposée sud	---	1

Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Stratmann 1973, 1978	FS1	Pinèdes	---	---	Animal isolé	---	Croisement de chemin	---	---
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie	Taillis humides, tourbières, trous d'eau	---	Animaux isolés	---	Intérieur de peuplement, coupes rases, chemins, zones claires	---	3
Gerell 1985	Nichoir à chauves-souris (bois) (type hollandais)	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Boldhaus 1988	---	---	---	---	Animal isolé	---	---	---	---
Iffert <i>et al.</i> 1989	Stratmann FS1	Pinède mélangée	Lacs	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1 %)	---
Labes 1989a	Stratmann FS1	Hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	---	---	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves- souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animaux isolés	---	---	--- (<1 %)	---

Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Heerdt & Sluiter 1969	Issel «Puridom», 4-6 m	Parc	---	---	Animaux isolés, groupe	---	---	---	3
Stebbing 1974 ; Stebbing & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Lande à pin	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (18,7%)	---
Tupinier 1981	Nichoir à chauves-souris (bois)	---	---	Printemps et automne	Animaux isolés, groupes	---	---	---	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN, 2M, 1FS (Schwegler), Issel, 4 m	Hêtraie mélangée, chênaie mélangée	Trous d'eau, 2 lacs	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	Près de laies forestières, dans le peuplement (SO à SE), partiellement exposé soleil	---	1
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	---	Pinède avec épicéa	---	---	Animaux isolés	---	Laies forestières, zones claires	--- (< 1%)	---
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie, pinède	Taillis humides, tourbières, trous d'eau, lacs	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Intérieur du peuplement, coupes rases, chemins, zones claires	---	2

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Gerell 1985	FS1 (bois), 2F (Schwegler) nichoir à oiseaux polonais, nichoir à chauves-souris (bois) (type hollandais), Siporex- et Gerell- nichoir béton allégé, Issel	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoir plat	Forêt résineuse mêlée	Sous-étage dense	Plus à partir de septembre	Animaux isolés	---	---	--- (1,7%)	7
Iffert <i>et al.</i> 1989	Stratmann FS1, Neschwitz, Ibisch, Kleinmachnow	Pinède mêlée	Lacs	---	Animaux isolés	---	---	--- (2,8%)	2
Labes 1989a	Stratmann FS1	Forêt pin sylvestre- épicéa, hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	---	Gîte de reproduction	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois), nichoir à oiseaux	Pinède	---	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Boyd & Stebbings 1989 ; Stebbings & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois)	Pinède de 70 ans	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (27,5%)	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel)	Forêt alluviale ancienne	Sous-étage	---	Animal isolé	---	Exposé NO, dans le peuplement	< 1% (4,0%)	3
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel)	Forêt alluviale ancienne	---	---	Animal isolé	---	Exposé S, dans le peuplement	1,0% (50%)	3
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendre	---	---	Animal isolé	---	Exposé NO, lisière	3,1% (4,8%)	3

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Kolodzie 1989- 1998 (non publié)	Nichoirs à chauves- souris 4-6,5 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt résineuse (épicéa), forêt mélangée (épicéa, chêne, hêtre)	Ruisseau, étang, lac	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Ziegler & Ziegler 1991	---	Forêt 60 % épicéa, 30 % sapin, 10 % hêtre	---	---	Animal isolé	---	---	---	---
Kulzer <i>et al.</i> 1993	Nichoir plat	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	Étangs	---	---	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Issel	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animaux isolés	---	---	--- (<1 %)	---
König & König 1995	---	Forêt feuillue mélangée	---	18.6-10.11	Gîte intermédiaire, gîte d'accouplement	---	---	--- (1,2 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Pessière forêt alluviale à bois dur	---	---	Animaux isolés	---	---	< 1 % (1 %)	1
Ohlendorf & Ohlendorf 1998	Nichoirs à chauves- souris (béton-bois)	Forêt quasi naturelle, chêne rouvre et charme	Bois morts, sans sous-étage	---	---	---	Pente exposée sud	---	1

Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

Source	Type de nichoir/hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	---	Pinède, peuplement pin sylvestre-épicéa	---	---	Animaux isolés	---	---	--- (< 1%)	---
Heerdt & Sluiter 1969	Issel «Puridom», 4-6 m	---	---	---	Animaux isolés, groupe	---	---	---	7
Stratmann 1973, 1978	Issel (bois), FS1, FS2, FS3, nichoir-Neschwitz	Pinède	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	Croisement de chemin	4,4-16,7% (? 100%)	1
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN, 1FS (Schwegler), FS1 (Strobel, bois)	Hêtraie mélangée, chênaie mélangée	Trous d'eau, 2 lacs	---	Gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	---	---	Au plus tard la 3 ^e année
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie et pinède	Taillis humides, tourbières, trous d'eau, lacs	5.4-fin août/début sept., maximum fin mai et début août	Animaux isolés, gîte de reproduction	++	Intérieur de peuplement coupes rases, chemins, zones claires	--- (67,7%)	1
Gerell 1985	FS1 (bois), nichoir à chauves-souris (bois) (type hollandais)	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Boldhaus 1988	Stratmann FS1, 4 m	Hêtraie et chênaie pédonculée humide et proche de l'état naturel	Bras morts	---	Animaux isolés	---	---	< 1% (1,3%)	2

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoir plat	Forêt mélangée résineuse	Sous-étage dense	---	Animaux isolés	---	---	--- (1,2%)	9
Iffert <i>et al.</i> 1989	Stratmann FS1, Männchen FS1, Neschwitz, Schmidt, Steckby I, FS3, Ibisch, nichoir-V, Kleinmachnow	Pinède mélangée	Lacs	---	Gîte de reproduction	---	Coupes rases, fourrés	--- (37,2%)	1
Labes 1989a	Stratmann FS1, nichoir à loirs	Tourbière pin et bouleau, forêt pin sylvestre- épicéa, hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	1.5-29.9	Gîte de reproduction	++	Près de chemins, dans des peuplements	---	---
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois), nichoir à oiseaux	Pinède	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F, FS1 (bois, béton-bois)	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel), 2F (Schwegler)	Forêt alluviale ancienne	Sous-étage, berge, fossé	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	Surtout exposé NE jusqu'à SO, peuplement et lisière	2,0% (8,0%)	1
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond «Nagel» (Strobel)	Forêt alluviale ancienne	---	---	Animaux isolés	---	Exposé S, peuplement et lisière	---	2
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond béton-bois «Nagel» (Strobel)	---	Sous-étage	---	Gîte d'accouplement	---	Exposé N à S laie forestière, peuplement et lisière	1% (1,6%)	1

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schmidt 1990, 1991a	Issel, Richter, Stratmann, nichoir à oiseaux	Pinède	Coupe rase, régénération	11.5-30.9, maximum fin août/ début septembre	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	++	---	--- (82,3 %)	---
Schwarting 1990, 1992, 1994a, b	2FN, Strobel-nichoirs à colonies	Pinède, chêne et hêtre en mélange	Espaces humides gravières, bras morts, forêts alluviales	13.4-9.11, surtout septembre	Animaux isolés	---	---	--- (59,9 %)	1
Kallasch & Lehnert 1995b	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Scholz 1995	FS3, FS1, 4,2-4,5 m	Forêt alluviale (forêt feuillue mêlée avec chêne pédonculé)	Rivière	Août- octobre, maximum septembre	Animal isolé, gîte d'accouplement	---	SE-SO	47,4 % (100 %)	1
Scholz 1995	FS1, 5-5,5 m, FS3, 4-6 m, nichoir à chauves-souris I 4,50-5 m, nichoir à chauves-souris avec plate-forme d'envol 5,5 m, nichoir à oiseaux 3,20- 5 m	Forêt alluviale (surtout peuplier avec frêne, chêne, érable sycomore)	Rivière	Surtout août- octobre, maximum mi- septembre début octobre	Animaux isolés, gîte d'accouplement	---	NE-S, sans soleil direct	35,2 % (48,2 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Peuplement chêne et hêtre	Lac	---	Animaux isolés	---	---	< 1 % (1 %)	1

Oreillard roux (*Plecotus auritus*)

Source	Type de nichoir / hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie / animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Issel 1958 ; Issel & Issel 1955	Nichoir à oiseaux, Issel (bois)	Pinèdes, peuplements pin sylvestre-épicéa	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (46,2%)	1
Henze 1963, 1976	Nichoir à oiseaux	---	---	---	Gîte de reproduction	---	---	--- (70%)	---
Heerdt & Sluiter 1969	Issel « Puridom », 4-6 m	Parc	---	---	Animaux isolés	---	---	---	5
Gauss 1972	Nichoir à chauves-souris (Schwegler), nichoir à pignon bavarois	Pinède, feuillus en mélange	---	---	Animaux isolés, gîte d'été	---	---	--- (> 95%)	1
Stratmann 1973, 1978	Nichoir-Neschwitz	Pinède	---	---	---	---	---	---	---
Stebbing 1974 ; Stebbing & Walsh 1991	Nichoir à oiseaux et à chauves-souris (bois), 2,20-3 m	Lande à pin	---	Toute l'année, aussi en hiver	Animaux isolés, gîte de reproduction, groupe	---	---	--- (62,6%)	1
Schlapp 1981, 1990	Nichoir à pignon bavarois, 1,20-2m	Forêt feuillue mélangée avec 41 % hêtre, 19 % chêne, 5 % charme	Petits plans d'eau	---	Gîte de reproduction, animaux isolés	---	Le long de chemins, peuplements clairs	---	---
Dieterich 1982, 1994, 1998 ; Dieterich & Dieterich 1988, 1991	2F, 2FN (Schwegler), 4 m	Chênaie mélangée	2 lacs	---	Gîte de reproduction	---	Près de pistes forestières dans des peuplements (SO à SE)	---	3

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Heise 1983a, 1985b	Stratmann FS1 (bois)	Hêtraie, pinède	Taillis humides, tourbières, trous d'eau, lacs	18.3-26.11, maximum 2 ^e moitié d'avril et fin août- octobre	Animaux isolés, gîte de reproduction	+	Intérieur de peuplements, coupes rases, chemins, zones claires	---	1
Schwenke 1983, 1984, 1988a, b	Nichoir à oiseaux Ø 27 et 32 mm, semi-cavité à grimpeaux (béton-bois), Issel, nichoir- corridor et puits (bois)	Pinède avec épicéa	---	---	Gîte de reproduction, animaux isolés	---	Laies forestières, zones claires	--- (81,5%)	1 (en nichoir en bois)
Gerell 1985	2F (Schwegler), nichoir- bois Gerell, Issel	Pinède d'âge moyen	---	---	---	---	---	---	---
Boldhaus 1988	1B (Schwegler), 3-5 m	---	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	< 1% (2,5%)	---
Nagel & Nagel 1988, 1993	Nichoir rond, nichoir plat, nichoir d'hibernation	Forêt résineuse mêlée, forêt feuillue mêlée avec plantation épicéa	Sous-étage développé	Meilleur contrôle en juillet (nombre maximum à prévoir); présent avril- novembre	Gîte de reproduction, animaux isolés	+++; jusqu'à 10 nichoirs différents par été	---	--- (74,4%)	1
Iffert <i>et al.</i> 1989	Stratmann FS1, Neschwitz, Schmidt, Steckby I, Ibisch	Pinède mêlée	Lacs	---	Gîte de reproduction	---	Dans le peuplement	--- (5,0%)	1
Labes 1989a	Stratmann FS1, nichoir à oiseaux	Tourbière à pin et bouleaux, forêts pin sylvestre - épicéa, hêtraie	Taillis humides, lacs, rivières, tourbières	23.3- 30.10	Gîte de reproduction	+	Près de chemins, dans le peuplement	---	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Oldenburg & Hackethal 1989	Stratmann FS1 (bois), nichoir à oiseaux	Pinède	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	---	---	---
Gebert 1989	Nagel-nichoir rond, nichoir à oiseaux	Forêt hêtre-sapin- épicéa	Ruisseaux, étangs, toubières	---	Animaux isolés	---	---	2,3 % (2,9 %)	1
Taake & Hildenhagen 1989	Schwegler 2M, 2F, FS1 (bois)	Forêt feuillue (hêtre, chêne)	---	---	Animaux isolés	---	---	---	---
Boyd & Stebbing 1989 ; Stebbing & Walsh 1991	Nichoir à chauves-souris (bois)	Pinède de 70 ans	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (62,3 %)	---
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond « Nagel » (Strobel), 2F (Schwegler), nichoir à oiseaux	Forêt alluviale ancienne	Sous-étage, berge	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	Exposé S-SO, peuplement et lisière	5,9 % (84,0 %)	1
Fuhrmann 1989, 1992	Nichoir rond béton-bois « Nagel » (Strobel)	Forêt alluviale à bois tendre	Berges, fossé sous- étage	---	Gîte d'accouplement	---	Toutes directions, laies forestières, peuplement et lisière	7,1 % (56,5 %)	1
Kolodzie 1989- 1998 non publié	Nichoirs à chauves-souris 4-6,5 m	Forêt feuillue (hêtre, chêne), forêt résineuse (épicéa), forêt mêlée (épicéa, chêne, hêtre)	Ruisseau, étang, lac	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'été	---	---	---	---
Schmidt 1990, 1991a	Issel, Stratmann	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	+	---	--- (7,1 %)	1

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schwarting 1990, 1992, 1994a, b	Nichoir à oiseaux, 2FN ; 1,5-3,5 m	Pinède, chêne et hêtre en mélange	Zones humides gravières, bras morts, forêt alluviale	25.2-8.11	Gîte de reproduction, animaux isolés	---	Dans le peuplement, ombragé	--- (10,5 %)	1
Fritsch 1991	Nichoir à pignon bavarois, nichoir à voûte arrondie de Thuringe	Pinède avec épicéa	Etangs	Fin août- début septembre	Gîte d'été, animaux isolés	---	Exposé SE envol dégagé	< 1 % (3,9 %)	---
Ziegler & Ziegler 1991	Nichoir à oiseaux (béton- bois), 1,70 m, nichoir à chauves-souris (béton- bois), 3,50 m	Forêt 60 % épicéa, 30 % sapin, 10 % hêtre	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
Mainer 1991, 1995	FS1, FS3 (bois, béton- bois), FS1-nichoir plat, Richter I	Forêt épicéa 55 %, pin sylvestre 25 %	Eaux à faible profondeur	---	Animaux isolés, gîte de reproduction, gîte d'accouplement	---	Laie forestière, dans peuplement, lisière de clairière	---	1
Albrecht & Hammer 1993	Nichoir à chauves-souris	---	---	---	Gîte d'été	---	---	4 % (15 %)	---
Kulzer <i>et al.</i> 1993	---	Forêt mélangée (épicéa 34 %, hêtre 24 %, chêne 16 %)	Ruisseau	---	---	---	---	---	---
Kallasch & Lehnert 1995 b	Nichoirs à chauves-souris	---	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	---	---
König & König 1995	---, env. 4 m	Forêt feuillue mélangée (chêne rouvre, hêtre)	Sous-étage clair, chablis clair	---	Animaux isolés (découverte unique)	---	Le long de pistes forestières	1,8 % (< 1 %)	---
Leitl 1995	Nichoir à pignon bavarois, nichoir en ogive de Thuringe, 2F (Schwegler)	Forêt pin-épicéa	Structure forestière dense	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	Près de chemins	1,3 % (8,6 %)	---

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Scholz 1995	Nichoir à oiseaux 3,50-4,50 m	Forêt alluviale (surtout peuplier avec frêne, chêne, érable sycomore)	Rivière	Toute l'année, maximum août	Animaux isolés, gîte intermédiaire	---	NE-S, sans soleil direct	4,8 % (13,3 %)	---
Scholz 1995	1B 1,40-3,50 m, 2F 4 m (Schwegler), nichoir à oiseaux 1,70 m	Forêt mélangée, (surtout pin sylvestre et hêtre)	---	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	SE-S, envol partiellement caché	5,5 % (100 %)	1
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Forêt épicéa-pin, peuplement chêne-hêtre, forêt alluviale à bois dur	Lac	---	Animaux isolés, gîte de reproduction	---	---	--- (39 %)	1

Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)

Source	Type de nichoir/ hauteur	Type forestier	Structures dans l'environnement	Saison	Colonie/ animal isolé	Changement de gîte + rare ++ courant +++ très courant/ quotidien	Lieux d'installation	Pourcentage de nichoirs occupés (part de l'espèce)	Nombre d'années entre l'installation et l'occupation
Schmidt 1990, 1991a	Nichoirs à chauves-souris	Pinède	Coupe rase, régénération	---	Animal isolé	---	---	--- (< 1 %)	---
Weidner 1995, 1997, 1998	---	Forêt épicéa-pin	---	---	Animaux isolés	---	---	< 1 % (1 %)	1

REMARQUES SUR LES SOURCES EXPLOITÉES**ALBRECHT & HAMMER, 1993**

Total occupé par des chauves-souris : 20% + excréments supplémentaires (n = 45).

BOLDHAUS, 1988

Équipement : env. 250 cavités béton-bois Schwegler (1B, 2M, 2F), 15 2F, 15 2FN, 15 Kolb, 30 FS1, 15 hollandais = env. 340 nichoirs.

BOYD & STEBBINGS, 1989 ; STEBBINGS & WALSH, 1991

Thetford Forest (Angleterre).

FRICTSCH, 1991

Équipement : 357 nichoirs à pignon bavarois (dont 5 nichoirs à chauves-souris, 4 avec double entrée, 4 semi-cavités), 1 nichoir à voûte pointue de Thuringe, 38 nichoirs à voûte arrondie de Thuringe, 4 semi-cavités à grimpeaux, 11 nichoirs à oiseaux (probablement 2M), 2 nichoirs à chauves-souris (probablement 2FN) ; occupation : 24,9%, avec excréments 72%.

FUHRMANN, 1989, 1992

Oppenheimer Wäldchen : équipement : 79 nichoirs béton-bois ronds "Nagel" (Sté Strobel), 19 Schwegler-nichoirs 2F et 5 2FN et 1 nichoir à oiseaux ; occupation totale : 30% en 1989 - 45% en 1991.

Zone de protection naturelle Böllenwörth : équipement : 96 nichoirs béton-bois ronds "Nagel" (Sté. Strobel), 4 Schwegler 2FN, 1 nichoir à oiseaux ; occupation : 6% (1989-1991).

Réserve naturelle de la Plaine rhénane de Hördt : équipement : 100 nichoirs béton-bois ronds "Nagel" (Sté. Strobel) ; occupation : 13% en 1989 - 58% en 1991.

GAUSS, 1972

Équipement : en 1972, 588 nichoirs à mésanges béton-bois (Schwegler), 634 nichoirs à pignon bavarois (Grund).

GEBERT, 1989

Équipement : 377 nichoirs à oiseaux (nichoir en ogive de Thuringe, nichoirs à pignon bavarois), 29 semi-cavités à grimpeaux, 125 nichoirs à chauves-souris (78 nichoirs à chauves-souris bavarois, 19 nichoirs plats Nagel, 19 nichoirs ronds Nagel, 9 2FN-Schwegler); occupation : 20,9% + 28,4% avec excréments = 49,3%.

GERELL, 1985

Suède du sud.

HEERDT & SLUITER, 1969

Équipement: 32 Issel „Puridom“ nichoirs en bois.

HEISE, 1983a, 1985b

Différents massifs à nichoirs dans l'Uckermark.

ISSEL, 1958 ; ISSEL & ISSEL, 1955

Différents massifs à nichoirs en Bavière.

KÖNIG & KÖNIG, 1995

Types de nichoirs employés : 2FN (44%), 2M (45%), 3SV (9%) (tous Ste Schwegler), bricolage béton-bois (2%).

KOLODZIE, 1989-1998 (non publié.)

Équipement 1989 : 29 nichoirs bricolés, 9 2F, 24 2FN (Schwegler), 4 nichoirs à chauves-souris bavarois (Grund), 26 nichoirs ronds Nagel, 1 nichoir plat Nagel (Strobel) ; occupation 1989 : 37%.

Équipement 1998 : 10 2F, 97 2FN (Schwegler), 4 nichoirs à chauves-souris bavarois (Grund), 26 nichoirs ronds Nagel, 1 nichoir plat Nagel, 7 nichoirs test Kolodzie, 2 nichoirs test II (Strobel), 1 nichoir plat Prof. Breuer, 4 nichoirs plats HPH (bois), 7 nichoirs bricolés, 1 bricolage (aménagement de grenier), 6 nichoirs pignon Eyser (total 166 nichoirs) ; occupation 1998 : 76,5%.

KULZER *et al.*, 1993

Nombre de nichoirs : 2319 (1979), 3304 (1989) ; taux d'occupation (excréments et/ou animaux) : env. 10%.

LEITL, 1995

Total occupé par des chauves-souris en 1993: 24% + 19% traces d'excréments = 43%.

MAINER, 1991, 1995

FS3 total occupé par des chauves-souris de 43-83%.

NAGEL & NAGEL, 1988, 1993

Nombre de nichoirs : succession d'environ 50 en 1 année augmenté à env. 530 en 6 ans.

Taux d'occupation (excréments et/ou animaux) : 50% (Weil der Stadt), 10-20% (Laichingen), avec nichoirs à oiseaux dans la même région seulement env.10%.

OHLENDORF & OHLENDORF, 1998

Équipement : 12 cavités à chauves-souris avec double paroi, 6 2FN-spezial (Schwegler) ; occupation : 55%.

OLDENBURG & HACKETHAL, 1989

Massif à nichoirs en Waren-Ecktannen et dans les landes de Nossentin.

SCHLAPP, 1981, 1990

Env. 4000 nichoirs à pignon bavarois (Sté Grund), quelques nichoirs à mésanges (Sté Schwegler); office des forêts Ebrach (région administrative Oberfranken, Nordbayern)

SCHMIDT, 1990, 1991a

Différents massifs à nichoirs en Brandebourg de l'est ;

occupation 1984-1988 : 79%.

SCHOLZ, 1995

Région Sandlach : équipement : nichoirs 15 FS3, nichoirs 2 FS1, 2 nichoirs à oiseaux (tous bois).

Région Rhin : équipement : nichoirs 10 FS3, nichoirs 9 FS1, 9 nichoirs à chauves-souris (selon Steinbach), 1 nichoir Richter II, 2 nichoirs à rampe d'envol, 94 nichoirs à oiseaux (tous bois); occupation : 48%.

Région Hardtwald : équipement : 10 nichoirs FS3, 9 nichoirs FS1, 1 nichoir plats Strobel, 5 nichoirs cavités niches (bois et béton-bois), 1 semi-cavité (Strobel), 34 nichoirs 2F (Schwegler), 28 nichoirs à oiseaux (bois et béton-bois), 3 nichoirs à pignon bavarois (béton-bois) ; occupation : 8,8%.

Sur les 3 régions : 32,8%.

SCHWARTING, 1990, 1992, 1994a, b

Types de nichoirs employés : 1990 : 236 nichoirs à oiseaux (Sté Schwegler), 388 nichoirs à chauves-souris : 2FN (Sté. Schwegler), nichoir rond Dr Nagel (Strobel), nichoirs bois "Issel" ; 1994 : 304 nichoirs à oiseaux, 599 nichoirs à chauves-souris.

Occupation 1987: nichoirs à oiseaux 17,4% ; nichoirs à

chauves-souris 77,8%.

SCHWENKE, 1983, 1984, 1988a, 1988b

Équipement en nichoirs 1982 : 1345 nichoirs à oiseaux, 117 à grimpeaux, 21 nichoirs-Issel (bois), 32 nichoirs-Schwegler, 43 nichoirs corridor (bois); occupation avec excréments : 22,8% voire 27,1%.

Équipement en nichoirs 1986 : 1685 nichoirs à oiseaux, 257 nichoirs à chauves-souris; occupation avec excréments : 49,8% voire 50,3%.

STEBBINGS, 1974 ; STEBBINGS & WALSH, 1991

Wareham Forest (Angleterre).

STRATMANN, 1973, 1978

Équipement: 160 modèles FS, 5 nichoirs-Issel.

WEIDNER, 1995, 1997, 1998

Total occupé avec 75 chauves-souris : 22,1% (sur 339 nichoirs).

Nichoirs Bäß et Thiese correspondant à nichoirs FS1.

ZIEGLER & ZIEGLER, 1991

Total occupé par des chauves-souris : nichoirs chauves-souris Strobel 90%, Schwegler 2FN spécial 75%, nichoirs bois chauves-souris "Kolb" 15%.