



RÉSUMÉ

Le Ctifl a étudié de 2001 à 2003, en Costière du Gard, la distribution spatio-temporelle des chauves-souris autour des vergers. Ces mammifères sont des auxiliaires méconnus des cultures. Les résultats acoustiques montrent que le climat et la structure paysagère influencent beaucoup l'activité des animaux qui sont plus actifs et plus nombreux s'il fait chaud et en présence de grands arbres près de l'eau. Les haies et les vergers du domaine étudié ont été peu parcourus par les chiroptères, à cause de connexions paysagères insuffisantes et d'une faible productivité en insectes. De grandes différences dans la composition spécifique apparaissent selon les milieux, les vergers et les haies étant beaucoup moins riches que le site témoin.

BATS AND ORCHARDS: SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION STUDIES

From 2001 to 2003, Ctifl studied the spatial and temporal distribution of bats around orchards in the Costière du Gard region (southern France). These mammals are the unrecognised guardians of the region's crops. Acoustic data show that the climate and the structure of the landscape have a significant impact on the activity of these creatures, who are more active and more numerous in hot weather and where there are tall trees located near water. The hedges and orchards of the property studied had little bat activity due to the insufficient "commuting routes" afforded by the landscape, and low insect populations. The community composition also differs sharply according to the environment, with orchards and hedges having much less diversified communities than the control site.



Photo : François Schwab

Contrairement aux apparences, cette Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) n'est pas du tout agressive. Chez la plupart des espèces européennes de chauves-souris, les ultrasons sont émis par la larynx, bouche ouverte.

Les chauves-souris et vergers

La distribution spatio-temporelle des animaux

Dans le cadre du dossier 2001/04-3 « Chiroptères et lutte intégrée en verger » soutenu par l'Acta, le Ctifl a étudié de 2001 à 2003 différents aspects de la biologie des chauves-souris autour des vergers : régime alimentaire, gîtes artificiels, dispersion spatio-temporelle des animaux et mesures à prendre pour favoriser ces mammifères volants. Les chauves-souris (ordre des chiroptères) sont en effet d'excellents bio indicateurs de la qualité

des milieux et des auxiliaires des cultures mal connus (les espèces européennes sont quasiment toutes insectivores).

Le présent article fait la synthèse des résultats obtenus sur l'utilisation de l'espace par les chiroptères au sein d'un réseau de vergers et de son environnement immédiat. Un prochain article fera de même sur les aspects concernant le régime alimentaire des espèces rencontrées et les gîtes artificiels.

*Créatis-Insa Lyon : Centre de Recherche et d'Applications en Traitement de l'Image et du Signal - Institut National des Sciences appliquées de Lyon

Etudier pour comprendre

Les différentes espèces de chiroptères ne chassent pas toutes les mêmes insectes aux mêmes moments et aux mêmes endroits. Ce partage de l'espace et des ressources garantit une coexistence stable des diverses espèces, avec un minimum de recouvrement des niches écologiques. La dispersion des animaux dans l'environnement est conditionnée par divers facteurs : le sexe (les colonies ne comprennent habituellement que des femelles, les mâles étant cantonnés sur d'autres milieux), la période de l'année, la qualité du milieu, la climatologie. Cette dispersion n'est pas le fait du hasard mais répond à des impératifs biologiques : se reproduire, se nourrir, parader, s'accoupler, trouver un site d'hibernation.

Il y a quelques années, la seule façon d'étudier les chauves-souris en activité consistait à les capturer au filet, soit lorsqu'elles viennent boire au-dessus d'un plan d'eau, soit à la sortie d'un gîte occupé (grotte, comble, cave...). Mais ces manipulations sont soumises à autorisation, elles sont stressantes pour les animaux et donnent une vision très fragmentaire de leur biologie. L'étude des chiroptères est maintenant facilitée par l'utilisation de détecteurs à ultrasons qui permettent, moyennant une formation préalable, d'avoir une bonne idée de l'activité des animaux sans les perturber. Leur principe de fonctionnement a été décrit dans un article précédent (Jay, 2003). Cette technique a donc été mise en œuvre sur le centre Ctif de Balandran et ses abords immédiats durant trois années (VOIR ENCADRÉ). Ceci afin d'étudier la dispersion des animaux à proximité des vergers, des milieux où l'on souhaiterait voir les chauves-souris actives sur certains ravageurs.

Climat et milieu : deux facteurs déterminants

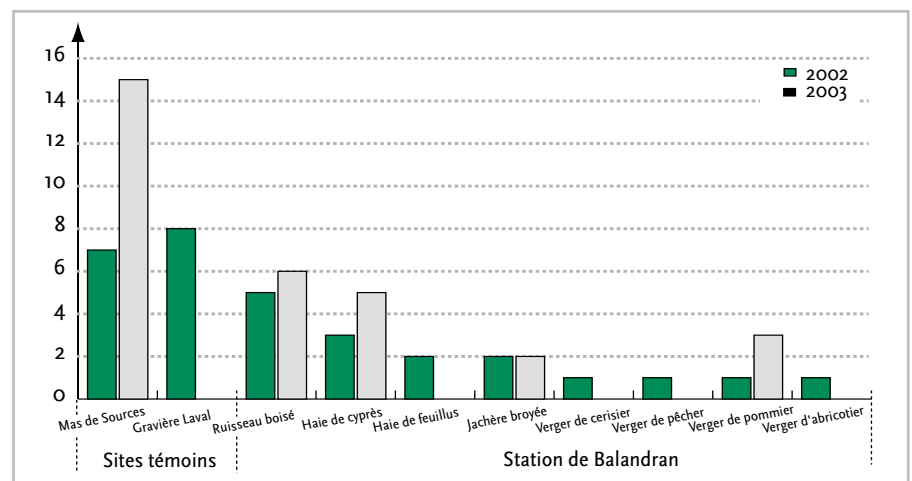
L'essentiel des enregistrements a eu lieu de juin à octobre en 2002 et 2003. Ces deux campagnes d'enregistrements se sont déroulées dans des situations climatiques très contrastées : l'année 2003 a été bien plus chaude (c'est l'année de la forte canicule estivale). Sur l'ensemble de la période concernée, les températures au moment des enregistrements ont été en moyenne supérieures de plus de cinq degrés lors des soirées 2003. En début de saison, cette dif-

férence était même proche de sept degrés. L'hygrométrie et la vitesse du vent avaient en revanche des valeurs proches pour les deux années: 60 à 90 % d'hygrométrie et 0 à 5 km/h de vent selon la période lors des soirées d'enregistrement.

L'étude a confirmé que le climat est un paramètre important conditionnant l'activité des chiroptères, car celle des insectes dont elles se nourrissent est très dépendante aussi des températures. Dans sept cas sur neuf (exprimé en couples de soirées d'enregistrement), le nombre total de contacts acoustiques est supérieur lorsque la température est plus élevée. À titre d'exemple, fin août-début septembre, une période d'intense activité pour les chauves-souris, avec une température moyenne en soirée de un à trois degrés de plus, le nombre de contacts a été quasiment multiplié par deux d'une soirée à l'autre. D'un point de vue méthodologique, cette observation montre l'importance de répéter les soirées d'enregistrement pour mieux prendre en compte le paramètre climatique qui risque de générer des biais importants dans l'interprétation des résultats.

La **FIGURE 1** fait la synthèse des résultats 2002 et 2003 en nombre de contacts acoustiques totaux. Les données sont ramenées en nombres moyens de contacts par 10 min d'écoute pour être comparables (le point d'écoute était de 15 min en 2003). Pour les deux années, 692 séquences d'enregistrement sont exploitables (309 en 2002 et 383 en 2003). Cela représente 1 h 40 min d'écoute cumulée par milieu en 2002 et 2 h en 2003 (17 h d'écoute au total pour la première année et 12 h pour la seconde).

FIGURE 1 - Nombres moyens de contacts acoustiques pour 10 min d'écoute, par milieu et par année



MATÉRIEL ET MÉTHODE Année 2001

Prise en main du matériel : détecteur D240x (Pettersson Elektronik), enregistreur mini disque avec casque d'écoute, carte son Maxi studio Isis (Guillemot). Analyses des signaux : logiciel Batsound (Pettersson Elektronik). Plusieurs milieux sont échantillonnés à titre d'entraînement.

Années 2002

Milieux étudiés sur le domaine agricole du Ctif de Balandran (Costière du Gard) : vergers d'abricotier, pommier, pêcher, cerisier, jachère broyée, haies de feuillus et cyprès, ruisseau boisé. Milieux témoins étudiés en périphérie : ancienne gravière bordée par une forêt (pins et chênes verts) et parc arboré d'un grand mas avec un plan d'eau. Ces milieux sont échantillonnés chaque mois (sur deux soirées consécutives, dans un ordre différent), de juin à octobre, à partir du crépuscule, dans une période douce, sans lune et sans vent. Tous les contacts acoustiques sur une période de 10 mn par site sont enregistrés. Chaque enregistrement (3,2⁵) est numéroté, la date, l'heure et les données météorologiques enregistrées. Les contacts acoustiques sont analysés par le logiciel Batsound et archivés dans un fichier Excel.

Année 2003

Le protocole de base est repris avec quelques modifications. Le nombre de milieux échantillonnés est réduit à six en fonction des résultats de 2002. Une jachère non broyée est ajoutée au protocole pour comparaison avec la jachère broyée. Le temps d'écoute est porté à 15 min par point. Période d'étude : juin à septembre.



Sur l'ensemble de la saison, la différence entre les deux années est importante. Sur le site témoin commun aux deux campagnes d'enregistrement par exemple, elle est du simple au double : quinze contacts acoustiques pour 10 min en moyenne en 2003 contre sept en 2002.

Si l'on fait abstraction de la différence inter annuelle, les résultats sont très cohérents. Ils montrent de façon évidente l'attraction qu'exercent à la fois l'eau et les grands arbres pour les chauves-souris. Ce fait se confirme sur le centre de Balandran où les deux milieux les plus parcourus sont des haies anciennes, hautes ou denses. La haie de feuillus échantillonnée était plus jeune donc moins développée. Tous les vergers, quelle que soit l'espèce, et la jachère, sont très peu fréquentés par les chauves-souris. Les sites témoins et les deux haies âgées du centre de Balandran sont très productifs en insectes : biomasse végétale importante, protection micro climatique, présence d'eau dans deux cas sur trois, présence d'une strate herbacée extensive associée aux arbres. De plus, pour le site témoin du Mas des Sources, les cavités dans les vieux arbres et bâtiments augmentent considérablement les possibilités de gîtes diurnes.

Comme l'ont montré les prises d'insectes grâce aux pièges lumineux, les vergers et jachères de la station de Balandran sont moins rentables à parcourir sur le plan alimentaire et la structure paysagère (le réseau de haies denses, de bosquets et de délaissés) est insuffisante pour permettre une bonne dispersion des animaux à partir des zones riches. En outre, les gîtes diurnes sont quasiment inexistantes autour des vergers.

Les FIGURES 2A à 2D montrent d'importantes différences d'abondance saisonnière des chauves-souris selon les milieux échantillonnés.

Sites témoins

Les profils d'observations sont assez voisins (FIGURE 2A). L'activité augmente régulièrement jusqu'au mois de septembre pour décroître ensuite. Le pic d'activité est atteint le 4 septembre en 2002 et le 24 septembre en 2003. On remarque le nombre de contacts acoustiques particulièrement important à cette dernière date : 35 pour 10 min d'écoute, soit un passage d'animal toutes les 17 secondes (il y en avait un toutes les 42 secondes au pic d'activité de 2002). Un

tel niveau de contacts acoustiques est généralement observé dans les milieux les plus favorables aux chiroptères, en particulier les lisières forestières composées d'arbres adultes à feuillage caduque.

L'augmentation croissante du nombre de contacts du début de l'été au début de l'automne est un phénomène classiquement observé. Il correspond à une augmentation du nombre d'animaux présents (les juvéniles de l'année s'ajoutent aux adultes) et à un accroissement du rayon d'action et de l'activité des animaux liés aux parades nuptiales et aux accouplements. Ceux-ci débutent après la reproduction (juin, juillet) pour culminer en fin d'été. Le plus grand nombre de contacts à cette époque s'explique aussi par un apport d'espèces migratrices : certaines effectuent des déplacements de plus de 1 000 km en Europe.

Ruisseau boisé

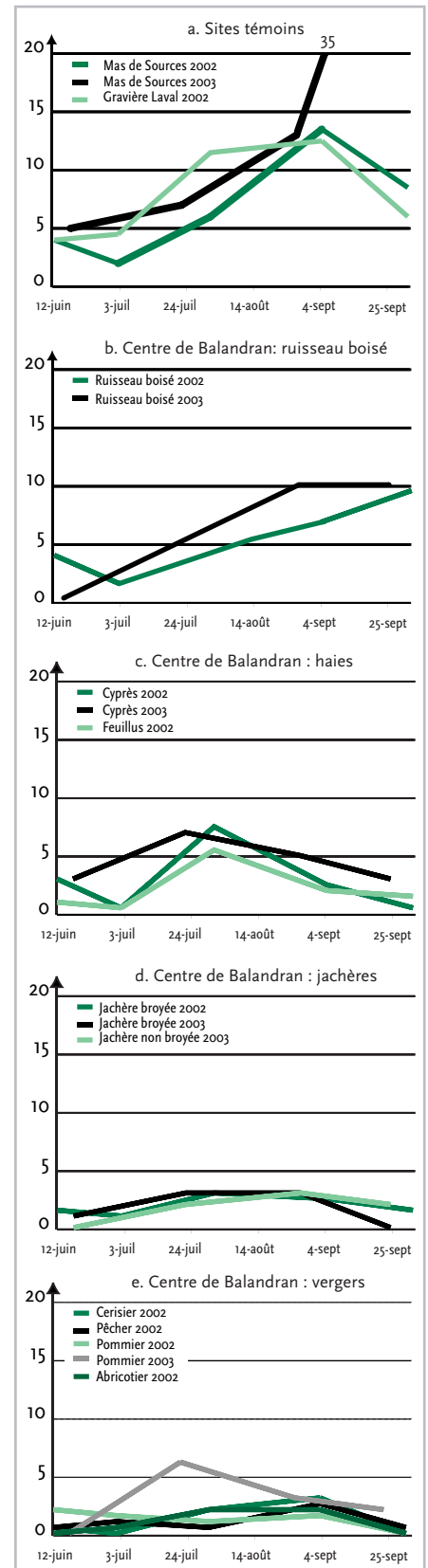
Les résultats (FIGURE 2B) sont voisins de ceux des sites témoins et d'une année à l'autre, à savoir une augmentation progressive du nombre de contacts jusqu'en fin de saison. Néanmoins, les contacts sont moins nombreux que dans les sites témoins tout au long de la saison. La vieille et haute haie de peupliers étudiée est plantée au bord d'un petit ruisseau et environnée de jachères. Ce profil assez favorable aux chiroptères est bien confirmé par l'étude acoustique.

Haies

Les contraintes liées au matériel utilisé, en particulier la directivité et la portée du micro du détecteur, imposent, pour étudier une haie donnée (FIGURE 2C), que le milieu de part et d'autre de celle-ci soit homogène, afin de minimiser les biais. Ces contraintes ont limité les choix possibles. Les haies qu'il était possible d'étudier ici étaient environnées de céréales de chaque côté et la haie composite de feuillus échantillonnée n'était pas tout à fait adulte, donc un peu moins volumineuse que la haie de cyprès.

Les résultats sur les deux types de haie sont cependant très voisins. Mais le profil des observations est différent de celui des milieux précédents (Figures 2a et 2b). Les enregistrements montrent un pic d'activité fin juillet pour les deux années, qui doit sans doute correspondre à une abondance ponctuelle d'insectes. Contrairement aux sites précédents, l'activité des animaux diminue ensuite

FIGURE 2A à 2E - Nombres moyens de contacts acoustiques pour 10 min d'écoute, par milieu et selon la saison.



progressivement jusqu'en fin de saison. On note globalement, que l'activité est bien plus faible le long de ces structures que le long du ruisseau boisé ou sur les sites témoins.

Jachères et vergers

La similitude de comportement de ces divers milieux incite à les traiter ensemble (FIGURE 2D ET 2E). Les enregistrements sont réalisés au milieu des parcelles, soit en moyenne à 40 mètres de la haie la plus proche. Les vergers modernes des espèces étudiées ne dépassent guère 4-5 mètres de hauteur, mais les densités sont généralement fortes : de 400 à 1 700 arbres/ha selon les espèces. Contrairement aux vergers traditionnels de haute tige, il est donc fort probable que dans ce type de vergers, la plupart des animaux ne chassent pas au sein des frondaisons mais au-dessus de la canopée.

Les résultats montrent clairement que ces milieux sont délaissés par les chiroptères : un contact de chauves-souris toutes les cinq minutes seulement en moyenne sur l'ensemble de la saison. En outre, l'analyse des signaux émis, le plus souvent en fréquence modulée aplanie, indique que les animaux sont en transit d'un site à l'autre et n'utilisent pas ou peu ces milieux pour chasser. Le profil des observations ne montre pas de pic d'activité comme sur les sites témoins et le long du ruisseau boisé.

Le gyrobroyage des jachères, prive les chauves-souris d'insectes

En 2003, l'opportunité de la présence contiguë de deux jachères totalement identiques, tant en surface, en composition floristique que vis-à-vis de l'environnement, nous a incité à les comparer, en faisant varier le paramètre broyage : trois passages en saison pour la partie témoin, aucun sur l'autre modalité. Aucune différence n'est apparue entre les deux parcelles en terme de nombres de contacts acoustiques, mais l'étude a été considérablement perturbée sur la partie non-broyée, par les stridulations des grillons et sauterelles qui sont dans la gamme ultrasonore. Le nombre d'espèces de chiroptères identifiés au-dessus de la jachère non-broyée était par contre un peu supérieur à celui de la jachère broyée (cinq espèces contre trois).

Une campagne d'échantillonnage d'insectes par pots pièges au sol, de mi-mai à mi-septembre 2003, a révélé une différence

significative entre les deux parcelles, la jachère non-broyée hébergeant une biomasse d'insectes plus de quatre fois plus importante que celle de la jachère broyée (Garcin, communication personnelle).

À l'issue d'une première année d'étude, on met donc d'abord en évidence un effet du broyage sur la biomasse d'insectes produite et une légère différence dans la composition des espèces de chauves-souris présentes. Il est évident que des gyrobroyages systématiques en saison privent les prédateurs d'insectes de ressources alimentaires considérables. Ce point doit être étudié sur plusieurs saisons.

De grandes différences dans la composition spécifique selon les milieux

Dans les ouvrages antérieurs à 2001 consacrés aux chauves-souris, la France comptait vingt neuf espèces. Des analyses bio moléculaires récentes ont porté ce chiffre à au moins trente trois espèces. Cette évolution complique la systématique : certaines espèces ne sont pas discernables en main et seules leurs émissions acoustiques et des analyses génétiques permettent l'identification avec certitude. De plus, l'analyse acoustique appliquée aux chiroptères est une technique récente et ardue encore peu utilisée.

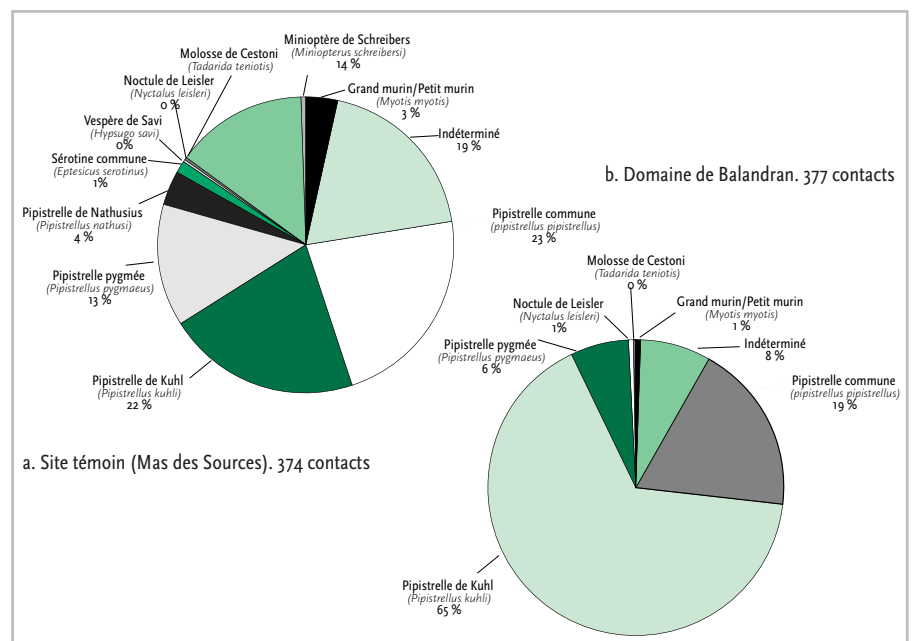
Toutes ces raisons expliquent que les identi-

fications réalisées dans le cadre de ce travail sont encore partielles. Seules sont mentionnées les espèces pour lesquelles les identifications sont certaines. Lorsque ce n'est pas le cas, les contacts sont regroupés dans une catégorie intitulée « indéterminé ».

La FIGURE 3 montre la répartition des contacts acoustiques cumulés par espèce (2002-2003) pour le site témoin le plus étudié et le centre de Balandran.

La composition spécifique sur le domaine agricole de Balandran se démarque nettement de celle du site témoin par un appauvrissement de sa faune chiroptérologique. Au total, six espèces de chauves-souris fréquentent le domaine (indice de Shannon 1,49) et si l'on ne considère que les vergers, c'est seulement deux à trois espèces qui sont présentes. Une espèce, la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*), représente à elle seule 65 % des contacts acoustiques. Avec les deux autres espèces de pipistrelles, ces trois espèces forment 90 % du peuplement observé en chauves-souris. L'assemblage des espèces indique donc un déséquilibre faunistique (indice d'équitabilité : 0,53). La prédominance des espèces du genre *pipistrellus* dans les milieux, en particulier les milieux agricoles, est observée dans plusieurs pays d'Europe. En Belgique, Boeckx et al., (2002) ont montré sur une vaste zone agricole de 1 500 ha, que la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) représentaient 89 % des observations.

FIGURE 3-Nombres de contacts acoustiques par espèce (en %). 2002-2003





De même, en Angleterre, sur des exploitations conduites en bio et en conventionnel, le cumul des observations de Pipistrelles communes et pygmées (*Pipistrellus pygmaeus*) atteignaient respectivement 76 et 84 % (Wickramasinghe et al., 2003).

Le site témoin du Mas des Sources (vieux mas entouré de grands arbres, avec un plan d'eau à proximité) présente en revanche une bonne diversité faunistique (indice de Shannon : 2,72). Au minimum dix espèces fréquentent ce site et une à trois espèces supplémentaires sont suspectées. Aucune des espèces observées ne domine véritablement, ce qui indique un milieu naturel peu perturbé (indice d'équitabilité : 0,79).

On retrouve donc pour les chiroptères ce qui a été montré sur d'autres taxons, à savoir un appauvrissement des peuplements avec une simplification de l'environnement (voir par exemple Garcin et al., 2004 pour les carabes, Mandrin, 2004 pour les araignées, St-Girons, 1965 pour les micros mammifères, Schifferli et al., 1987 pour les oiseaux). Ces observations confirment, au-delà de l'aspect strictement lié à leur rôle d'auxiliaire, que les chauves-souris sont d'excellents bio indicateurs de la qualité des milieux.

Diversité paysagère et gîtes à reproduction

Les résultats du Ctifl montrent donc une corrélation entre la présence de structures verticales (arbres) et celle des chauves-souris. Cette liaison est améliorée par la connexion des éléments paysagers entre eux, par la présence de gîtes et, dans le sud, par la présence d'eau. De telles conclusions sont identiques à celles formulées par Warren (2002) et Wickramasinghe et al. (2003) en Angleterre, Boeckx et al. (2002) en Belgique et Moeschler et al. (1990) en Suisse.

Les milieux les plus fréquentés par les chiroptères sont productifs en insectes variés et bénéficient d'un micro climat favorable, ce qui n'est pas le cas des vergers de basse tige étudiés ici, comme l'on montré les piègeages d'insectes. Il faut, au minimum, préserver les milieux les plus riches en insectes s'ils sont présents sur l'exploitation (par exemple les parcs arborés des mas dans le sud de la France) et en créer de nouveaux, pour rendre la zone attractive pour les chiroptères.

Pour favoriser ces prédateurs, il faut d'abord favoriser les insectes et arthropodes qui sont leurs proies, donc agir avant tout sur l'environ-

nement : restaurer les connexions paysagères car les chauves-souris en vol suivent souvent les haies pour passer d'un milieu à l'autre (notion de corridor biologique) ; planter des bosquets et de nouvelles haies composites multistrates dont la composition privilégiera les espèces locales ; les associer ou cela est possible (par exemple dans les délaissés), à des bandes florales herbeuses extensives qu'on s'abstiendra de broyer ; maintenir une activité d'élevage favorable à tout un cortège d'insectes coprophages dont se nourrissent plusieurs espèces de chiroptères.

Aménager des plans d'eau calme, propre, dégagée (pas de végétation émergée), en particulier dans les régions chaudes profite à toute la faune. Les chauves-souris en particulier, viennent y boire et chasser à proximité.

Les gîtes diurnes potentiels de tout type, qu'ils soient naturels ou anthropiques, doivent rester accessibles et protégés : trous d'arbres, écorces décollées, derrières de volets, bardages, étables, combles, caves, greniers, vides sanitaires, petits bâtiments isolés au milieu des cultures, tunnels d'irrigation, champignonnières, ardoisières, grottes...

Il est utile de rappeler qu'offre en gîtes et offre en insectes sont deux paramètres indissociables pour développer un peuplement diversifié et durable en chiroptères. La difficulté réside dans l'échelle de mise en œuvre et dépasse souvent le cadre strict de l'exploitation : plus le travail est entrepris à grande échelle, meilleurs sont les résultats escomptés. ■

Bibliographie

- BOECKX K. et al., 2002. *Monitoring bat activity by using band transects*. IXth European Bat Research Symposium ; Le Havre 26-30 August 2002.
- GARCIN A., DEMARLE O., SOLDATI F., 2004. *Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae), as indicators of biodiversity and generalist pest control agents in peach orchards*. Communication affichée, XIVth international colloquium on soil zoology and ecology, Rouen (France), august 30th to September 3rd 2004.
- JAY M., 2003. *Biodiversité ; Chauves-souris et vergers*. Infos-Ctifl n°193: 24-28.
- MANDRIN J.F., 2004. *Les araignées, prédateurs en vergers de pêchers*. Infos-Ctifl n°202: 27-30.
- MOESCHLER P. et al., 1990. *Recherches appliquées à la protection des chiroptères. 3. Bioévaluation de structures paysagères à l'aide de chauves-souris en activité de chasse*. Le Rhinolophe 7 : 19-28.
- SCHIFFERLI L. et al., 1987. *Les oiseaux et l'agriculture*. Station ornithologique suisse de Sempach: 37 p.
- ST. GIRONS M.C., 1965. *Influence des talus plantés sur les populations de petits mammifères*. Penn ar Bed 41 : 96-100.
- WARREN R. D., 2002. *Hedgerow architecture and its use by bats*. IXth European Bat Research Symposium ; Le Havre 26-30 August 2002.
- WICKRAMASINGHE L. P. et al, 2003. *Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification*. Journal of Applied Ecology, 40: 984-993.



Les vergers de basse tige ont été très peu utilisés comme terrain de chasse par les chauves-souris