

Récapitulatif des protocoles à appliquer sur les chiroptères en forêt.

Laurent Tillon,
Animateur du réseau mammifères ONF,

Juin 2010.

Les différentes présentations qui suivent sont directement issues de la synthèse de connaissances sur les chiroptères et la forêt (Tillon, mars 2008). Se référer à cette synthèse pour les aspects bibliographiques.

Inventorier, suivre ou étudier les chiroptères en forêt.

1- Informations préalables à la présentation des techniques d'inventaire et de suivi des chiroptères en forêt.

Trois facteurs peuvent limiter l'installation ou la présence d'une espèce :

- l'absence de gîtes,
- la pauvreté des terrains de chasse au regard des habitats présents sur un espace donné,
- l'absence de corridors entre les gîtes et les terrains de chasse.

C'est souvent la conjonction de 2 voire des 3 facteurs ensemble qui conditionnent l'installation de chiroptères. De fait, le contexte géographique et historique intervient pour expliquer les niveaux de population de certains taxons. Des coupures temporelles ou géographiques¹ pour l'un de ses facteurs peuvent se traduire par des effectifs plus faibles, même si un massif forestier a un faciès sylvicole favorable actuellement (Limpens *et al.*, 2005; Tillon, 2007). L'interprétation de données d'inventaire ou de suivi doit donc tenir compte de ces éléments.

Même si par habitude on imagine facilement des chauves-souris dans les habitations ou les cavités souterraines, les arbres constituent certainement les gîtes principaux, sinon prépondérants pour beaucoup d'espèces. De fait, elles occupent les cavités d'arbres en priorité. La multitude de ces derniers en forêt dans les peuplements les plus âgés complique la possibilité pour un observateur de dénombrer les chauves-souris au gîte, d'autant plus qu'elles peuvent utiliser les trous de pics, mais aussi les fentes ou les écorces décollées (donc des espaces difficiles à prospecter). On les rencontre aussi dans les habitations, les ouvrages d'art, et dans les cavités souterraines en forêt².

En vol, les chauves-souris se repèrent grâce à un système d'écholocation sophistiqué. Il leur permet de voler dans un espace très encombré, pour transiter ou rechercher des proies (qu'elles peuvent glaner sur le feuillage pour certaines espèces). Elles peuvent détecter des éléments très fins, de la taille d'un

¹ Les coupures paysagères via les routes, quelques que soit leur largeur, est souvent négligé pour les chiroptères. Pourtant, une étude en cours montre qu'un camion percute en moyenne 10 chauves-souris par an (de ce qu'ils peuvent détecter, L. Arthur comm. pers.). Les routes de faible largeur peuvent donc avoir un intérêt pour les espèces de lisières qui viennent y chasser, mais constituent aussi un piège. Les routes plus larges constituent des barrières largement plus infranchissables.

² Les cavités souterraines sont couramment utilisées en hiver par les animaux qui recherchent des milieux tamponnés, humides pour hydrater leur patagium, avec des températures positives les empêchant de geler en léthargie. Certaines espèces les occupent aussi en colonie de reproduction, surtout dans le Sud de la France (notamment *Miniopterus schreibersii*, *Myotis blythii*, et *Myotis capaccinii*).

fil de nylon de quelques microns. Le coût énergétique de ce type d'émission est très élevé, ce qui impose aux animaux de réduire au maximum la portée de leurs signaux lors des déplacements ou des phases de chasse. De plus, les émissions sonar utilisées par un animal peuvent changer en fonction de ce que ce dernier recherche dans son environnement. Un animal glanant des proies sur le feuillage ne va émettre qu'à quelques mètres³. Le même animal, lorsqu'il quittera sa phase de recherche de proies par glanage pour aller vers un autre support de proies, pourra par contre émettre à plusieurs dizaines de mètres (en réduisant la précision pour diminuer le coût énergétique des émissions longues portées), parce que son nouveau centre d'intérêt se trouvera loin devant lui, sur sa route de transit. Son objectif ne sera plus de détecter précisément des proies à quelques centimètres, mais d'avoir juste une idée des obstacles qui se trouvent entre lui et son nouveau terrain de chasse par exemple. De retour dans le feuillage, il n'émettra plus (à nouveau) qu'à quelques mètres. Il devient de fait difficile à n'importe quel observateur de les inventorier ou de les suivre, d'autant plus en forêt, car elles peuvent utiliser tout l'espace de vol. Pour exemple, un animal évoluant en canopée pour glaner des proies sur les feuilles sera difficilement détectable pour un observateur au sol.

Enfin, l'analyse de toutes données d'inventaire ou de suivi de chiroptères sur une forêt nécessite de prendre en compte des éléments relatifs à l'environnement du site (à l'échelle du paysage du massif), à son histoire, et à son organisation (Tillon, 2007). En effet, les résultats obtenus sur un espace donné permettent d'expliquer les phénomènes localement, mais dépendent aussi en partie de ces différents paramètres.

Les techniques présentées ci-après tiennent compte de tous ces éléments. Pour chaque méthode, il est présenté la problématique ou les questions auxquelles le protocole est censé répondre, avec les limites de la méthode. Il convient en plus de bien faire la distinction entre l'inventaire, l'expertise ou le suivi. L'expertise peut être succincte, et s'appuyer en grande partie sur les données bibliographiques (quand elles existent), et sur quelques vérifications de terrain, soit par une simple évaluation de la capacité d'accueil supposée, soit par la recherche d'indices de présence, ou via quelques observations directes. Elle doit répondre à une question posée (par un naturaliste, un scientifique ou un gestionnaire) sans nécessiter un effort trop important de recherche). L'inventaire nécessite une phase de terrain, qu'il convient de bien calibrer, en estimant tous les axes de recherche (uniquement une liste d'espèces en activité de chasse, recherche en bâtiment ou en cavité souterraine...). Il faudra prendre en compte tous les compartiments du site pouvant être utilisés par les chauves-souris, tant pour le gîte que lors de déplacements. Enfin, le suivi a pour objectif de répondre à une question scientifique, dans la plupart des cas liée à une problématique de gestion. Il engage souvent le scientifique sur des observations pluriannuelles.

Quel que soit le site, il est indispensable de poser la bonne question scientifique avant de s'engager sur un suivi, à court ou moyen terme. Le choix d'un protocole dépendra de cette question, générant une mise en œuvre pouvant être lourde par l'observateur, voire erronée, car ne répondant pas précisément à la question de gestion posée initialement.

Il est de fait fortement conseillé de prendre l'attache du réseau Mammifères de l'ONF lors de la définition de la question et des protocoles associés.

2- Les techniques d'observation des chauves-souris.

Remarque préalable :

Comme le premier chapitre l'a montré, il est souvent difficile d'avoir une liste exhaustive des espèces sur un site donné, et encore plus délicat d'évaluer les niveaux de population, et la façon dont chaque taxon exploite l'espace. **Même si leur recherche a un coût parfois important, il est indispensable de ne pas diminuer le temps d'observation, au risque de sous-évaluer l'intérêt d'un site pour ces animaux. Les enjeux de conservation sont trop importants pour se permettre de ne pas mettre**

³ Pour exemple, les oreillards (*Plecotus spp.*) n'émettent pas à plus de 3m en phase de recherche de proies dans le feuillage.

les moyens nécessaires pour une bonne expertise. Il est donc fortement conseillé de mettre en œuvre les conseils proposés dans la partie qui suit.

2,1- L'examen de la bibliographie.

Avant de se lancer sur un inventaire ou un suivi d'une population ou d'un peuplement de chiroptères, il est indispensable d'examiner la bibliographie, afin de s'assurer que le travail souhaité n'a pas déjà été réalisé. Nous rappelons que les chiroptères sont des animaux sensibles au dérangement, et que toute intervention humaine peut avoir des conséquences importantes sur ces animaux.

On recherchera dans le cadre d'un inventaire les données déjà existantes sur le site et son environnement, soit dans la bibliographie, soit dans les bases de données existantes (dont la Base de Données Naturalistes de l'ONF). Ceci permettra l'économie dans certains cas d'inventaires coûteux en temps. S'il s'agit d'un suivi à réaliser ou d'une étude, il convient de prendre l'attache du réseau Mammifères de l'ONF pour s'assurer qu'une expérience n'a pas déjà été menée. Le réseau se chargera alors de fouiller dans les études existantes.

Modèle de fiche : pas de modèle précis.

Inconvénient : nécessite une bonne connaissance des réseaux et canaux de diffusion de l'information naturaliste.

Avantage : permet très rapidement d'obtenir des informations pertinentes sur les espèces occupant un site, voire de proposer une évaluation de l'évolution des populations sur un site donné, au regard des travaux déjà réalisés. Méthode très rapide pour obtenir des données, si ces dernières existent.

Consigne à respecter : citation des auteurs et inventeurs des données, sachant qu'elles deviennent publiques à partir du moment où elles sont publiées.

Méthode non dérangeante pour les animaux.

2,2- Prise en compte des gîtes lors d'inventaires ou de suivis.

2,2,1- Les gîtes naturels.

Comme nous l'avons vu plus haut, les chauves-souris affectionnent particulièrement les cavités les plus hautes possible dans les arbres. Ce dernier élément complique de fait la recherche systématique ou par échantillonnage de chauves-souris dans un arbre, le nombre de cavités propices pouvant être très important en fonction du massif considéré. Un objectif visant à les rechercher dans les cavités d'arbres pour un inventaire n'est donc pas adapté. Il sera tout juste possible d'avoir dans certains cas la chance d'observer des animaux dans une cavité accessible à un observateur au sol, mais des résultats d'inventaires ne seront donc qu'anecdotiques. La recherche de gîtes naturels à chiroptères doit donc rester limitée aux suivis. L'expertise ne peut pas s'appuyer sur une recherche de gîtes arboricoles « à l'aveugle » comme ici. Elle est par contre possible pour considérer les capacités potentielles en gîtes (au regard des cavités disponibles, par type de cavité), voire observer les cavités occupées suite à l'équipement de quelques individus pour suivi télémétrique et rechercher les gîtes dans certains peuplements forestiers. Cette technique doit être appliquée dans une moindre mesure lors de l'expertise, car l'opération devient très coûteuse pour le peu de données acquises et non transposables à d'autres peuplements.

D'autres méthodes sont utilisées pour suivre l'utilisation des arbres par des chauves-souris. Certains biologistes préfèrent en effet poser des gîtes artificiels, en béton ou en bois, considérés alors comme des « pièges » qui vont concentrer les animaux en léthargie en journée (Rideau, 2007). Si les résultats sont intéressants pour certaines espèces, comme pour *Pipistrellus nathusii* (Jarzebowski *et al.*, 1998) ou *Myotis bechsteinii* (Kerth *et al.*, 2001b), il n'en demeure pas moins que cette méthode ne permet pas de conclure sur la relation qui existe entre ces espèces et les gîtes naturels forestiers. D'ailleurs, il apparaît plusieurs biais à ces méthodes :

- opportunisme de certaines espèces pour l'utilisation de ces gîtes, excluant les autres espèces,
- conditions microclimatiques particulières, ne permettant pas à n'importe quelles espèces de s'y loger à n'importe quelle période de l'année (Jarzembowski *et al.*, 1998),
- disposition des gîtes artificiels pour faciliter l'accès par un observateur (pour l'étude ou le suivi organisé), mais ne correspondant pas à l'ensemble des capacités d'accueil du milieu en quantité de gîtes. Nous rappelons que certaines études ont mis en évidence que les colonies de reproduction s'installaient dans des gîtes naturels d'autant plus qu'ils étaient hauts dans un arbre (Tillon, 2005c).

La pose de nichoirs ou de gîtes artificiels en forêt ne doit en aucun cas être considéré comme une solution permettant de conserver ou de protéger des chauves-souris en forêt (Choquené, 2006). Cette solution de facilité mettrait en évidence les erreurs de gestion mise en œuvre, avec l'incapacité de conserver des arbres à cavité, contrairement aux consignes internes à l'ONF. Réserves Naturelles de France a fait le choix de ne pas recommander cette méthode sur les terrains dont il a la responsabilité (Fiers, 2004).

De fait, le réseau Mammifères de l'ONF ne préconise pas l'utilisation de cette méthode en forêt, ou sous contrôle d'un membre du réseau Mammifères, et pour répondre à une question spécifique. Elle peut parfois aider à la réalisation d'inventaires.

Modèle de fiche d'inventaire et de description des arbres à cavités : MCA10 et MCA11, ou MCS10.

Inconvénient : extrêmement lourd à mettre en place (car nécessité de grimpe par un spécialiste), ne permet en général de travailler qu'en potentialité d'accueil, par la découverte de traces de présence (guano notamment). Les mouvements et changements de gîtes opérés par les chiroptères forestiers permettent rarement à l'observateur de découvrir une colonie dans un trou (Tillon, 2005c). **Valable uniquement pour les études ou suivis.** Mais un inventaire des potentialités d'accueil d'un massif ou d'un peuplement forestier (largement moins lourd) peut être mis en œuvre lors d'expertises.

Avantage : si un inventaire des chiroptères est impossible, nous avons signalé qu'un inventaire des cavités potentiels était quant à lui envisageable. Pour un suivi ou une étude sur les chiroptères dans les arbres, ce travail serait coûteux. Il est donc possible de jumeler une méthode de grimpe aux arbres pour recherche systématique avec de la télémétrie (voir plus loin). La méthode de la recherche des chiroptères dans les arbres, sur un espace qu'il convient de limiter (îlot, parcelle), permet d'évaluer un taux d'occupation potentiel de cavités sur un espace donnée. Mais il convient toutefois d'être prudent lors de l'extrapolation des résultats à l'ensemble d'unités de gestion, chacune d'elles pouvant avoir subi des gestions (ou des histoires) suffisamment différentes pour proposer des capacités d'accueil en gîtes différentes. Une première étude a mis en évidence qu'en moyenne 10% des cavités visibles sur une forêt pouvaient être occupées par des chauves-souris en forêt gérée avec un objectif de production de bois, avec des pointes à 20% sur les îlots les plus riches (Tillon, 2005c). Les résultats obtenus permettent d'évaluer l'intérêt relatif du site pour le gîte. Méthode adaptée pour les situations visant à évaluer la nécessité de maintenir des îlots de sénescence, voire lors de la création de réserves biologiques. Utilisable aussi par les experts arbre-conseils dans les parcs et bords de routes, ces arbres étant aussi fortement colonisés par les chauves-souris (Arthur & Lemaire, 1999, 2002).

Consigne à respecter : méthode à n'utiliser que par des personnes habilitées à la grimpe aux arbres, naturalistes de surcroît. **Limiter la visite au strict minimum** (comptage ou détermination rapide de l'espèce) si une colonie de reproduction est connue à l'intérieur au moment de la visite (entre fin mai et début juillet), surtout sur les forêts pauvres en cavités.

Méthode dérangeante pour les animaux si ces derniers sont dans les gîtes au moment de la visite.

2.2.2- Les cavités souterraines et les ouvrages d'art (type ponts ou aqueducs).

Les sites souterrains, les ouvrages d'art (ponts notamment) sont très régulièrement utilisés par les chauves-souris, soit en hiver, soit en journée à n'importe quelle période de l'année. Ces sites peuvent

faire l'objet d'un suivi sur le moyen ou long terme. Pour un inventaire, leur visite peut s'avérer précieuse, car elle permet une reconnaissance souvent facile des animaux.

Lors d'opérations de suivis et/ou d'inventaire, une visite sur les 4 saisons s'impose pour avoir la meilleure idée possible de la manière dont le site est utilisé. Il pourra renseigner par exemple sur la présence de colonies de reproduction (en cas de découverte directe), ou sur l'importance du site pour l'hivernage, sinon lors des périodes de passage, traduisant ainsi le caractère indispensable de cet habitat lors du transit. Dans le cas d'un seul passage possible, il convient d'être attentif à la présence de guano au sol, traduisant une occupation par des chauves-souris à un moment dans l'année (Fiers, 2004). Pour leur mise en œuvre, s'appuyer sur la méthode développée pour la visite des Maisons Forestières (voir en annexe).

Modèle de fiche : recensement des chauves-souris dans ces cavités MCO10 ou MCS10.

Inconvénient : certaines régions sont dépourvues de gîtes souterrains propices aux inventaires rapides.

En forêt notamment, il n'est pas systématique de trouver des cavités souterraines ou des ouvrages d'art favorables aux chiroptères. On sait par exemple que seules les cavités exposées au sud avec un environnement boisé sont favorables à certaines espèces comme les Rhinolophes (Lecoq, 2006). De plus, les chiroptères apprécient les fissures étroites, et nombre d'animaux sont donc inaccessibles à l'observateur. Enfin, les chiroptères utilisent plus ou moins ces cavités en fonction des conditions climatiques, les niveaux de populations changent très fortement d'une année à l'autre, voire d'une semaine sur l'autre, particulièrement en hiver. Les données de suivis sont donc difficiles à interpréter. Par contre, chaque animal observé contribuera à fournir une nouvelle donnée d'inventaire.

Avantage : méthode accessible très rapidement à un naturaliste ou une personne non experte. Il devient très facile d'obtenir des données d'inventaires (attention, même si on peut supposer que les animaux qui y seront observés par exemple en hiver fréquentent la forêt alentour à la bonne saison, les chauves-souris peuvent effectuer des migrations de plusieurs dizaines à centaines de kilomètres pour aller d'un site d'estive à un site d'hivernage (Arthur & Lemaire, 1999) : les listes en été peuvent être différentes !). Dans la plupart des cas, une lampe suffit, voire un matériel plus adapté à la visite des fissures (miroirs et fibroscopes).

Consigne à respecter : méthode à utiliser avec parcimonie, en évitant de passer plusieurs fois sur un même site à la même saison, toujours pour limiter le dérangement. Minimiser le réchauffement de l'animal (éclairage trop fort ou prolongé) ou son réveil par trop de bruit. Peut nécessiter l'appui d'un spécialiste du milieu souterrain, pour raisons de sécurité. Prise de photo rapide possible pour comptage d'essaims trop importants au bureau (Fiers, 2004). Nécessité dans certains cas de poster un observateur à la sortie en période favorable (printemps à automne) pour avoir des chances de repérer les animaux dans le cas des grandes cavités (Lecoq, 2006). Possibilité de compter les animaux sortant des cavités en période de reproduction, soit directement à vue, soit à l'aide d'un détecteur d'ultrasons notamment pour distinguer les espèces si plusieurs occupent le site (Fiers, 2004). Cette technique est alors très peu perturbante, et facilite la mise en place d'un suivi de colonies de reproduction (fin juin et juillet selon l'espèce) pour les espèces utilisant les cavités souterraines pour la reproduction (Minioptère, certains Murins, certains Rhinolophes). Un comptage des jeunes restés au gîte peut alors être réalisé, mais en compagnie d'un spécialiste, afin de minimiser leur dérangement.

Méthode dérangeante pour les animaux si ces derniers sont dans les gîtes au moment de la visite.
Limiter le temps d'observation au strict minimum.

2.2.3- Les maisons forestières.

Les bâtiments peuvent être utilisés en forêt, au même titre que les cavités souterraines. Ils seront d'autant plus intéressants pour les chauves-souris qu'ils présenteront un grenier ou une charpente avec suffisamment d'espace pour héberger une colonie de reproduction en été, et une cave pour passer l'hiver. Certaines études et inventaires ont mis l'accent sur l'intérêt que proposent ces sites pour les

chauves-souris en France. Il apparaît par exemple que les maisons forestières désaffectées constituent des sites majeurs pour la reproduction et le maintien des petits Rhinolophes dans certaines régions de France (Malgouyres *et al.*, 2005).

La présence d'un bâtiment en forêt doit donc systématiquement être prise en compte lors de toute opération d'inventaire ou de suivi, quel que soit son état. Patrimoine forestier, il incombera alors au gestionnaire de destiner cet espace aux chiroptères si besoin.

Modèle de fiche descriptive des maisons forestières FEB10 ou MCS10.

Inconvénient : mêmes remarques que pour les cavités souterraines, si ce n'est que les chiroptères sont en général plus accessibles à l'observateur. Les bâtiments, s'ils ne sont plus utilisés par l'Homme, se détériorent vite, et deviennent dangereux lors des visites. Des précautions sont vite indispensables. Il ne s'agira pas par la suite de faire des propositions de gestion forestière à proprement parler pour ce site (si ce n'est pour son environnement immédiat). Quel que soit le résultat de la visite, l'interprétation nécessite de plus d'analyser (même succinctement) l'environnement du site sur plus d'un kilomètre, pour comprendre son utilisation ou non. Les propositions de gestion deviennent donc difficiles à généraliser d'un site à l'autre, mais doivent être adaptées au cas par cas.

Avantage : méthode accessible très rapidement à un naturaliste ou une personne non experte. Il devient très facile d'obtenir des données d'inventaires, en quelques minutes seulement. Dans la plupart des cas, une lampe suffit, voire un matériel plus adapté à la visite des fissures (miroirs et fibroscopes). Un suivi peut être facilement mis en œuvre, l'évolution de la population pouvant s'expliquer par l'état du site, mais contribuant aussi à évaluer dans le temps (long terme et court terme) la gestion des habitats alentours du site.

Remarque : Le dénombrement des jeunes après la sortie des adultes peut renseigner sur le succès reproducteur de la colonie visitée, et donc sur l'état de santé de la population (Fiers, 2004). Ces informations contribueront à renseigner le gestionnaire sur les problèmes possibles de gestion du site et de son environnement proche.

Consigne à respecter : méthode à utiliser avec parcimonie, en évitant de passer plusieurs fois sur un même site à la même saison, **toujours pour limiter le dérangement**. Rester attentif à l'état du bâtiment lors des visites, pour la sécurité des observateurs, et pour proposer des actions de restauration si nécessaire. Une visite en dehors des périodes d'utilisation par les chiroptères peut alors s'imposer.

Méthode dérangeante pour les animaux si ces derniers sont dans les gîtes au moment de la visite.

2,3- Activité des chauves-souris.

2,3,1- Utilisation de la forêt pour la chasse et le transit par les chiroptères.

Comme nous l'avons expliqué en introduction, la forêt constitue une zone refuge pour la plupart des espèces de chiroptères. Ceci s'explique par une forte utilisation des gîtes, mais aussi parce que la forêt propose des terrains de chasse en grand nombre (Kunz & Fenton, 2003). Concernant la recherche de nourriture, on peut considérer trois groupes d'espèces :

- Celles qui exploitent les lisières. Ces espèces ont une morphologie alaire adaptée à un vol rapide en espace ouvert. Elles se callent sur les lisières pour évoluer et se déplacer, et sont donc dépendantes de ces dernières pour se repérer dans l'espace, tant pour se déplacer que pour chasser.
- Celles qui chassent au sol. Leur accès à la nourriture va être dépendant de l'ouverture du sous-étage.
- Celles qui glanent leurs proies dans le feuillage. Elles sont les plus spécialisées et dépendantes de la forêt. Toutes les strates de végétation leurs sont accessibles, même les plus encombrées. Chaque taxon a une écologie très spécialisée, et peut profiter des émergences d'insectes, ou ne se focaliser que sur une catégorie de proies.

En fonction des besoins des individus, par exemple plus importants pour les femelles en période de gestation ou d'allaitement, l'activité en forêt est plus ou moins importante. Elle est en général très

fortement dépendante de la disponibilité en proies, elle-même dépendantes des conditions climatiques, des peuplements, etc. Les animaux peuvent parcourir des distances importantes pour aller chasser, comme cela a été démontré pour plusieurs espèces. Ils restent cependant très sélectifs sur les habitats exploités, tant en qualité qu'en surface. Pour exemple, le Rhinolophe euryale peut chasser à plus de 15 km de son gîte, pour seulement quelques centaines de mètres carrés de terrain de chasse (Némoz & Brisorgueil, 2008). Le même comportement est observé pour d'autres espèces, tant de lisières que spécialistes du milieu forestier (Barataud *et al.*, 2005a; Catto *et al.*, 1996; Entwistle *et al.*, 1996; Russo *et al.*, 2002b; Sierro, 1999a).

2.3.2- Intérêts des 2 techniques (capture, détection ultrasonore), complémentarité, périodicité.

La capture est lourde à mettre en place, et le système d'écholocation utilisé par les chiroptères rend le système de capture facilement détectable par les animaux (Wilson *et al.*, 1996). Elle devient de fait très hasardeuse en forêt, puisque les animaux peuvent profiter de tout l'espace pour se mouvoir, soit en passant par dessus, sinon sur les côtés. Cette méthode permet cependant d'avoir une détermination quasi certaine de tous les individus, et de déterminer le statut reproducteur, l'état sanitaire, etc., indispensable quand on doit engager des mesures de gestion conservatoire sur un site (Wilson *et al.*, 1996). En effet, ces informations peuvent renseigner sur l'intérêt du site, soit au niveau du gîte, soit au niveau de la qualité des terrains de chasse.

La détection ultrasonore ne fournit pas toutes ces informations. Il est donc délicat de ne s'appuyer que sur des données acquises au détecteur pour proposer des stratégies complexes de conservation sur un espace donné. De plus, il est impossible de distinguer formellement certains taxons, les systèmes d'écholocation chez les chiroptères étant dépendant dans chaque cas de leur environnement immédiat, et des obstacles qu'ils rencontrent (Barataud, 2005a). Cette méthode est cependant indispensable en forêt, de part la difficulté d'accès aux informations sur les chiroptères. En effet, leur capacité à se mouvoir, même dans un espace encombré, leur permet d'éviter des dispositifs de capture assez facilement. Par contre, leurs déplacements se traduisent par des émissions sonar qu'un observateur équipé de détecteur d'ultrasons pourra interpréter pour fournir une liste d'espèces sur un site donné. Il est donc possible d'inventorier sommairement les espèces présentes sur un site (sinon des groupes d'espèces dans certains cas), voire de comparer l'activité de l'ensemble des chauves-souris d'un habitat à un autre. Par contre, les spécificités de chaque groupe en terme de capacité écholocative implique de ne comparer des habitats que groupe d'espèces par groupes d'espèces. Les inventaires ou expertises forestières à partir de cette méthode sont déjà nombreuses. Nous ne citerons que les références qui nous semblent les plus informatives vis-à-vis de la gestion forestière (Barataud, 2005b; Beuneux & Courtois, 2002; Beuneux & Rist, 2005; Fauvel, 2007a, b; Favre, 1997a, b, 2007, 2008; Guérin, 2000; Julien, 2003; Le Houedec, 2007; Le Reste, 2006, 2008; Lustrat, 2000, 2001; Néri, 2001; Rideau, 2003; Sané, 2008; Tillon, 2002a, 2007). La liste n'est donc pas exhaustive.

Les deux méthodes peuvent utilisées conjointement sur un site.

De fait, **pour un inventaire**, que ce soit sur un terrain de chasse ou sur une sortie de gîte, **la détection ultrasonore peut être cumulée à la capture**. Les informations alors récoltées seront complémentaires. Un inventaire en forêt nécessite **au moins 3 passages sur un site de petite taille** (moins de 500ha), pour vouloir dire quelque chose. En fonction de la complexité du massif, et de sa taille, le nombre de nuits d'observations devra être démultiplié.

Pour un suivi, la capture n'est pas forcément indispensable, car coûteuse en énergie. Il s'agit bien souvent de **mettre en relation un habitat** (qui peut évoluer) **avec les espèces présentes**. Là aussi, **3 passages** sont nécessaires au minimum, au moins au détecteur d'ultrasons (parfois aussi avec de la capture) mais à adapter. Le nombre de points à mettre en œuvre dépend de la taille du site, et de l'objectif. De même pour les inventaires ou suivis en altitude, l'occurrence de présence de chauves-souris étant réduite par rapport à la plaine (Fiers, 2004). La détection ultrasonore y est donc préconisée.

Ces méthodes peuvent enfin être appliquées **lors d'une expertise**, dans un objectif de renseigner ou de confirmer certaines hypothèses de présence d'espèces notamment, au regard des habitats disponibles.

Périodes de passage :

- Hiver : capture à proscrire ! L'activité des chiroptères est quasiment inexistante, et les efforts ne sont pas à investir à cette période.
- Printemps (avril-mai) : période clé pendant laquelle les chiroptères rejoignent les sites où les colonies vont mettre bas. En cas de modification du paysage pendant l'hiver (coupes forestières), les colonies sont obligées de se réorganiser, et de se répartir l'espace. *Inventaire possible, période à intégrer pour un suivi d'activité sur des types d'habitats.*
- Ete (juin-juillet) : les colonies sont rassemblées en colonies de reproduction. Les femelles se nourrissent à proximité des gîtes où les jeunes restent en place. De fait, tout inventaire ou suivi à cette période permet de mettre en évidence le statut reproducteur pour chaque espèce, soit parce que l'activité au détecteur d'ultrasons est très élevée (voire anormalement élevée, d'où la présence potentielle de femelles rassemblées en colonies qui reviennent régulièrement nourrir les jeunes), soit parce que le nombre de captures est important, et/ou permet de détecter des animaux allaitants. *Inventaire possible (mais précautions très importantes à prendre en cas de capture à proximité de gîtes), période à intégrer pour un suivi d'activité sur des types d'habitats ou sur le statut reproducteur d'espèces sur le moyen à long terme.*
- Automne (août-octobre) : les animaux se dispersent, et les colonies ont tendance à s'éclater sur la zone correspondant au domaine vital des colonies. C'est une période importante pendant laquelle les animaux visitent tous les sites potentiels d'hivernage, mais aussi pendant laquelle ils s'accouplent. On parle de « swarming ». Il s'avère que les mâles et les femelles se rassemblent sur certains sites seulement, répondant à des caractéristiques encore mal connues (Furmankiewicz, 2005; Lesinski, 1990; Parsons & Jones, 2003; Parsons *et al.*, 2003a; Parsons *et al.*, 2003b; Petit, 2005; Schunger *et al.*, 2004). Les échanges de gènes qui s'y opèrent semblent se révéler indispensables pour la survie des colonies. *Période à inclure absolument pour les inventaires généraux nécessitant de la capture (période où la capture procure le moins de gêne pour la survie des animaux), et à intégrer pour un suivi d'activité sur des types d'habitats.*

Remarque : Les différents conseils prodigués sont à adapter en fonction des questions scientifiques posées. En cas de nécessité de capture en hiver, prendre l'attache d'un membre du réseau Mammifères de l'ONF pour en examiner la nécessité et finaliser le bon choix technique.

Cas particulier de la montagne et de la région méditerranéenne :

Il est aussi important de prendre en compte la région dans laquelle on intervient pour l'inventaire ou le suivi. Les **zones de montagne** ou le **pourtour méditerranéen** ont la particularité de présenter un maximum d'activité de juin à septembre, et il devient beaucoup plus difficile de recenser les chiroptères dans ces régions en hiver et au printemps. Il est donc conseillé de **se limiter à la période juin-octobre pour les inventaires**, quitte à **réduire le nombre de passages à 2 périodes**.

2.3.3- La capture.

Comme pour toute méthode, qu'il s'agisse d'un inventaire ou d'un suivi, il convient de noter des informations relatives au site de capture (environnement, météorologie).

Toutes les espèces étant protégées, les opérations de capture nécessitent une autorisation spécifique de capture, à demander auprès des services compétents (préfecture, DIREN, voire Ministère chargé de l'Ecologie).

Plusieurs méthodes de capture existent, mais parmi elles deux seulement doivent retenir notre attention : le harp-trap ou la capture au filet (Mitchell-Jones & McLeish, 1999; Wilson *et al.*, 1996). La capture directement au gîte nécessite une extrême prudence lors des manipulations, sans quoi le

gîte risque d'être déserté par l'ensemble de la colonie sans être réoccupé avant une longue période. Il convient donc de l'éviter.

La première technique consiste à disposer un système de fils tendus dans lesquels les individus se prennent, puis glissent pour être conditionnés dans une poche de réception. Cette technique facile d'utilisation et peu stressante (l'animal n'est pas retenu et ne nécessite pas une manipulation pour le sortir du système de capture) est utilisable sur des petits espaces d'interception, car elle repose sur un système de fils tendus par un cadre métallique. Il est donc adapté en sortie de cavité, mais pas en milieu forestier.

La capture aux filets dits japonais peut être utilisée sur tout type de milieux, de la canopée au sol, mais nécessite un temps d'installation parfois important. Les animaux sont pris dans des mailles, il convient alors de les manipuler pour les en sortir, ce qui provoque un stress évident.

Modèle de fiche d'inventaire pour la réalisation de captures de chiroptères MCC10.

Inconvénient : très lourd à mettre en place, réussite de capture en forêt très faible (de 1 à 4 individus par nuit de capture en moyenne), il est impossible de ne se limiter qu'à cette méthode pour lister les espèces présentes sur un site.

Avantage : fournit une information très fine sur le statut de l'animal capturé, tant en terme de succès de reproduction (Fauvel, 2007b; Le Mouël & Farcy, 2004; Mitchell-Jones & McLeish, 1999) que d'état de santé de l'animal. Ces informations peuvent renseigner sur l'état général d'une population et de son environnement au regard de l'écologie de l'espèce considérée, mais sous certaines conditions.

Consigne à respecter : méthode à n'utiliser que par des personnes habilitées à la capture, et possédant une autorisation adéquate. De plus, le stress généré par cette méthode nécessite d'infimes précautions en cas de captures de la mi-mai à la fin juillet. Un stress trop important peut provoquer des avortements ou l'abandon du jeune par sa mère.

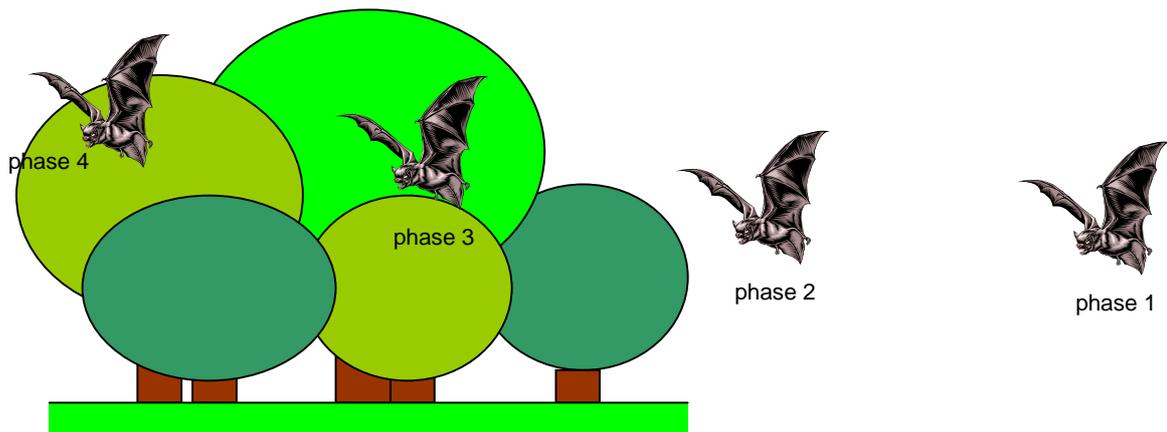
Méthode très dérangeante pour les animaux, créant un fort stress. La phase de capture est tout aussi dérangeante que les manipulations pour l'examen des individus ou leur équipement (pour télémétrie par exemple).

2.3.4- L'écoute ultrasonore.

i- Interprétation de données ultrasonores (qualité des habitats).

Il convient de préciser la manière dont les chauves-souris utilisent les ultrasons. Les sons sont émis par le nez ou la bouche, avec une telle richesse dans le signal que ce dernier permet à l'animal d'avoir une idée précise de l'endroit où se trouve l'objet qui l'intéresse, voire de deviner de quel insecte il s'agit (dans le cas de la recherche de proies). Les signaux sont en effet réfléchis sur l'obstacle, et sont par la suite analysés très rapidement par la chauve-souris afin de déterminer sa position exacte, et sa trajectoire. Contrairement aux autres sons dans la nature, ces « cris » n'ont donc pas une fonction de marquage du territoire, les animaux « jouent » avec eux afin qu'ils leur apportent une réponse aux questions qu'ils se posent (« où se trouve tel objet ? »). De fait, la chauve-souris adapte chaque cri pour qu'il lui apporte le maximum d'informations, tout en lui coûtant le moins d'énergie possible (les cris ultrasonores ont un coût important, il est donc primordial de le diminuer au maximum). Considérer qu'un son « type » ne correspond qu'à une seule espèce est donc une erreur, il arrive que plusieurs espèces utilisent le même type de signal sonore, mais dans des circonstances différentes (parce que pour chacune d'elles, ce signal a une fonction d'information différente). Pour exemple, *Myotis bechsteinii* et *Myotis emarginatus* utilisent le même signal quand ils entrent dans la végétation (fréquence modulée abrupte, avec claquement en haute fréquence terminale). Mais les 2 espèces utilisent des signaux différents en espace plus ouvert. De plus, un milieu très fermé peut être considéré comme ouvert par un animal qui aurait un centre d'intérêt éloigné.

Figure 5 : Schéma illustrant l'utilisation de l'espace par une chauve-souris en chasse.



La figure 5 représente une chauve-souris chassant divers insectes sur son terrain de chasse. En phase 1, l'animal est effectivement en espace ouvert, et regarde loin devant lui (à 25m) en émettant des sons très longs pour augmenter la portée de son signal. Les sons sont peu informatifs sur les objets qui sont en face de lui, mais lui indiquent la distance des obstacles. En 2, il est en phase d'approche d'un obstacle, les sons sont plus rapprochés, et sont modifiés pour fournir une information plus précise sur la localisation des trous dans la végétation lui permettant de se mouvoir entre les branches (portée de 5 à 10m). En phase 3, certains sons sont très courts, et ne portent pas à plus de 2m, car l'animal glane des proies sur les feuilles, et n'a donc pas besoin de gaspiller de l'énergie pour des signaux longue portée. Il lui faut par contre émettre des sons très riches et informatifs pour localiser précisément ses proies, voire deviner à quelles catégories d'insectes il a affaire. D'autres signaux peuvent par contre porter à 5 ou 10m, l'animal se déplaçant entre chaque branche hébergeant des proies. Pourtant, le milieu ne semble pas changer pour l'observateur ! En phase 4, la chauve-souris sort de la végétation. Pour l'observateur, elle donne l'impression d'être en espace encombré, donc en milieu très fermé. Pourtant, l'animal ne s'intéresse plus à la végétation, ni aux insectes, et émet à 25m devant lui. Pour lui, le milieu est très ouvert !

Ces quelques explications consistent à éviter de considérer un espace comme ouvert ou fermé simplement avec le regard d'un observateur naturaliste habituel. Le caractère fermé d'un milieu ne dépend que des centres d'intérêt des animaux. Un même arbre pourra être en même temps un espace fermé pour un individu d'une espèce glanant des insectes sur les feuilles, et ouvert pour un autre qui ne fera que le longer. Pour un même individu, les émissions sonars autour d'un même arbre peuvent donc avoir une portée allant de 3 à 25m, en fonction de son centre d'intérêt. Ceci explique de fait la difficulté d'accéder aux chauves-souris lors d'un inventaire au détecteur d'ultrasons. Sur un même arbre, les animaux seront accessibles à l'observateur car volant à 10m au-dessus de lui en phase de transit, mais disparaîtront de ces oreilles attentives car étant à 5m en chasse dans le feuillage (avec une portée du signal à 2 ou 3m seulement). Ce n'est donc pas le matériel de détection qui permet de plus ou moins capter les animaux, mais les animaux qui changent la portée de leur signal en fonction du milieu dans lequel ils évoluent, en fonction de ce qu'ils y cherchent.

ii- Pour les inventaires.

Comme pour toute méthode, qu'il s'agisse d'un inventaire ou d'un suivi, il convient de noter des informations relatives au site d'inventaire (environnement, météorologie).

Les écoutes ultrasonores permettent d'accéder facilement à tout type de milieu. C'est la méthode la plus communément admise pour l'inventaire des chiroptères en forêt (Bernard, 2002; Cohez, 2002; Evin & Tillon, 2005; Fauvel, 2007a, b; Issartel, 2006; Jay & Tupinier, 2003; Julien, 2003; Le

Houedec, 2007; Néri, 2002; Tillon, 2002b, c). Son avantage réside dans le fait que l'observateur peut être mobile, et se déplacer d'un site à un autre.

Après de nombreux tests effectués par le réseau Mammifères de l'ONF, il s'avère que les points d'écoute sont à préférer aux transects, pour lesquels il est difficile de lier un contact à un habitat. Ils peuvent de plus être complémentaires à de phases de capture à l'aide de filets japonais. Mais dans le cadre d'un inventaire pur, la nécessité de rester en place ne s'impose pas forcément. L'observateur peut donc se déplacer à son gré pour rechercher les contacts, en alternant entre des sites dégagés pour détecter les espèces à grand vol ou de lisière, et des sites plus fermés où les espèces d'espaces confinés viennent glaner leurs proies.

Modèle de fiche pour l'inventaire des chauves-souris en forêt MCS10 ou MCC10 (il suffit de noter les espèces contactées sur la fiche de capture, en précisant le matériel de détection utilisé).

Inconvénient : il est impossible d'être sûr du statut reproducteur d'une espèce sur un espace donné.

Une forte quantité de contacts peut présager de la présence à proximité d'une colonie de reproduction, mais sans que la preuve en ait été apportée. De plus, l'observateur ne peut considérer qu'il détecte les animaux jusqu'à une distance donnée, les contacts dépendront du milieu, et du comportement de l'animal détecté lors du contact sonore. L'interprétation des données doit donc amener la plus grande prudence.

Avantage : fournit une très grande quantité de contacts, et permet d'avoir la plus grande chance de détecter toutes les espèces ou les groupes d'espèces. Facile à mettre en œuvre pour un observateur expérimenté, rapide d'exécution sur le terrain (même si nécessité d'analyse spectrographique de certains sons), et possibilité pour un observateur de visiter plusieurs sites dans une même nuit.

Consigne à respecter : l'absence de contact est difficile à interpréter (comme pour la capture). Il est indispensable de rester au moins 30 minutes lors d'un inventaire sur un secteur donné (sur une petite zone de forêt par exemple, avec déplacements à pieds possibles) avant d'être sûr qu'aucune espèce ne fréquente le site. Pour un inventaire, l'utilisation de détecteurs à expansion de temps est indispensable, sans quoi la détermination des espèces sera impossible pour la majeure partie des contacts.

iii- Pour les suivis d'activité.

Comme pour toute méthode, qu'il s'agisse d'un inventaire ou d'un suivi, il convient de noter des informations relatives au site d'observation (environnement, météorologie). Dans le cas d'un suivi d'activité, le réseau Mammifères utilise une fiche spécifique de description de chaque point d'écoute.

Plusieurs biais sont à prendre en compte lors de l'interprétation d'un jeu de données, et donc à intégrer en préalable à toute opération de terrain :

- une variation de l'observateur et des conditions climatiques entre la réalisation des différents indices,
- une inégalité horaire entre les différents indices,
- la présence ou non d'une colonie à proximité du point d'écoute,
- capacité de réception des signaux sonores (soit pour cause de feuillage dense brouillant la réception, soit parce que les espèces glaneuses n'émettent pas suffisamment loin pour être entendues d'un observateur).

Les tests réalisés par le réseau Mammifères ont mis en évidence que les points d'écoute étaient à préférer aux transects. Ils sont fortement préconisés par le réseau lors d'opérations de suivi. Des temps d'écoute de 10 minutes sur un point donné suffisent à avoir une idée de la fréquentation sur un point donné par groupes d'espèces. Mais afin de ne pas rencontrer de problèmes locaux statistiques (effet site), il convient de répéter au moins une fois les points sur chaque habitat prospecté. **Lire le protocole développé par le réseau Mammifères MCD10.** En cas d'un suivi spécifique fin, le temps d'observation par point doit être augmenté, la détectabilité de chacun des taxons étant alors réduite. Il s'avère en effet que la détectabilité des espèces est telle que l'exhaustivité moyenne de détection est inférieure à 27% après 10 min, 53% après 30 min et 65% après 45 min (Archaux, 2008b). Pour un

suivi intégrant des données espèces précises, 45 minutes semblent être nécessaires, même si ce temps de suivi par point d'écoute peut être réduit à 30 minutes. Un point long réalisé une fois sur une même saison est de plus préférable à trois points répétés à peu d'intervalle de temps. Par contre, un passage par saison apparaît indispensable (notamment pour tenir compte des différences de comportement d'une saison à l'autre). Enfin, même si la période d'écoute à préférer doit commencer si possible 20 minutes après le coucher du soleil, il peut durer jusqu'à 4 heures après le coucher du soleil (préférer 3 heures) (Archaux, 2008a). **Le protocole de suivi est le MCD30 (pour 30 minutes) ou MCD45 (pour 45 minutes)** en fonction des questions posées par le programme scientifique.

Fig. 6 : Graphique représentant la richesse détectable de chaque groupe d'espèces sur des points d'écoute de 10 minutes (d'après Archaux comm. pers.). On voit qu'il est possible de détecter la présence des pipistrelles et du groupe des murins assez rapidement, que 10 minutes suffisent. Ce temps de suivi pourrait être insuffisant pour être sûr de détecter le groupe des sérotines et noctules.

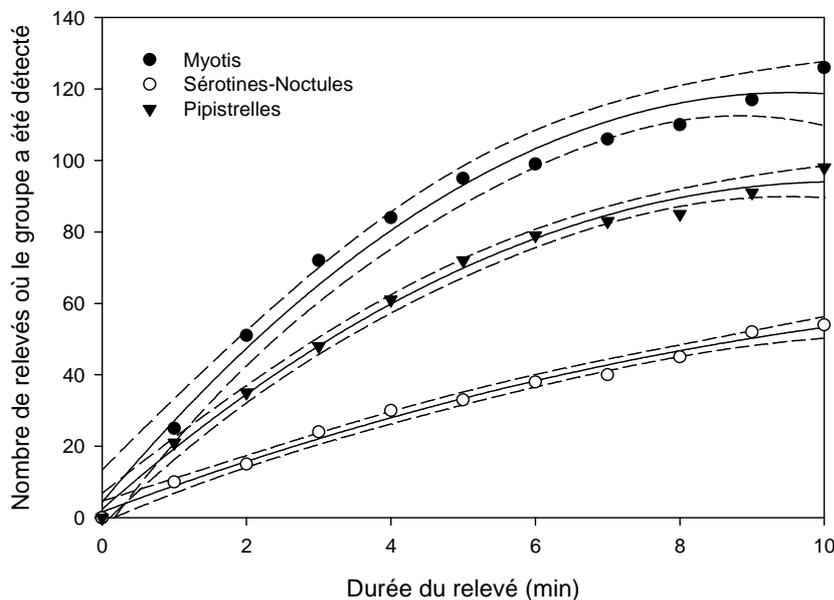


Fig. 7 : Graphique représentant la richesse observée en moyenne en chiroptères en fonction du temps en forêt (Archaux, 2008a). Un premier plateau se situe à 60 minutes pour avoir 5 espèces. Il est toutefois possible de diminuer ce temps d'écoute, si d'autres passages sont réalisés à d'autres saisons.

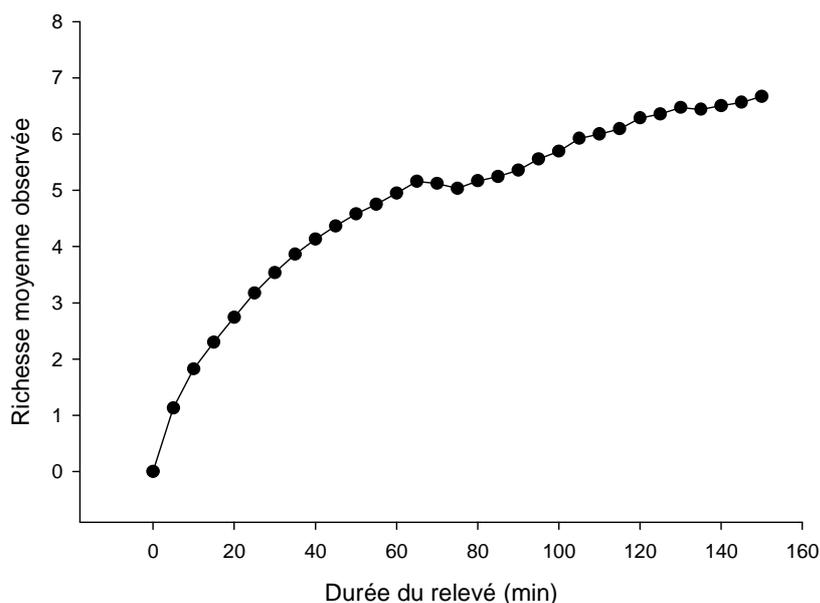
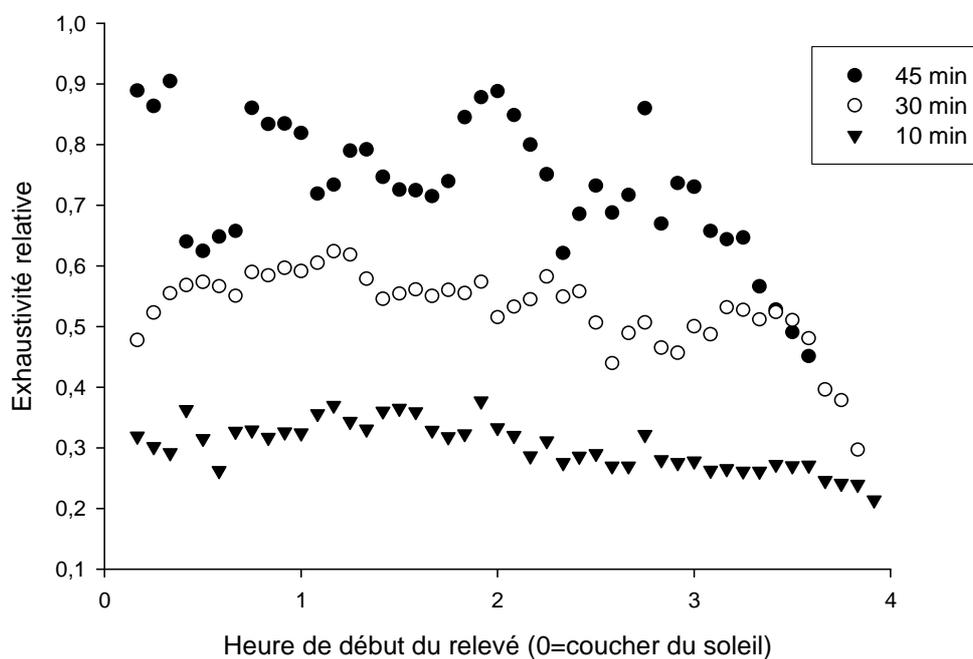


Fig. 8 : Exhaustivité relative détectable sur un point d'écoute dans le temps en fonction de la durée du point d'écoute (Archaux, 2008a). Après le coucher du soleil, les observateurs ont près de 4 heures pour détecter le maximum d'espèces sur un point d'écoute (cette richesse baisse après 3 heures 30 minutes).



Remarque : Le protocole peut être adapté en fonction des questions scientifiques à tester. Se rapprocher du réseau Mammifères pour toute modification.

Modèle de fiche pour le suivi de l'activité des chauves-souris en forêt MCD10 et MCH10 (partie habitats), ou MCD30 ou MCD45.

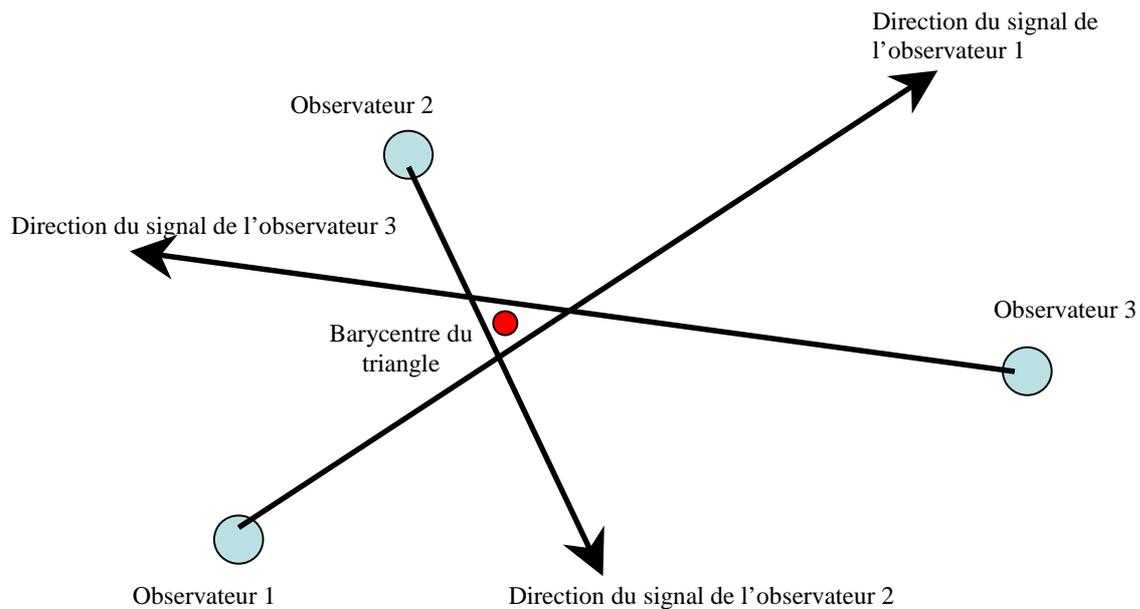
Remarque : En cas d'enregistrement de sons pour analyse ultérieure, ou conservation pour vérification ultérieure (découverte d'une nouvelle espèce sur une forêt, nécessité de conserver des preuves de sa présence), il est conseillé de l'enregistrer sur un support numérique, de la manière suivante : année nom numéro automatique à 3 chiffres (ex : 08TILLON001).

Méthode peu dérangement pour les animaux, voire sans impact. L'observateur est passif vis-à-vis des animaux, à condition qu'il soit équipé d'un casque audio pour éviter que le détecteur ne traduise dans l'audible les sons ultrasonores, pouvant alors perturber le comportement des animaux.

2.3.5- La radio télémétrie.

La radio télémétrie est la méthode la plus fiable pour déterminer précisément les secteurs et habitats utilisés (gîtes et terrains de chasse) par une chauve-souris (Beuneux, 2008). Il convient toutefois d'être prudent lors des phases d'analyse des données si les acquisitions de localisations n'ont pas été déterminées directement sous l'animal (voir plus loin) (Eberhardt, 1990). Cette méthode très lourde nécessite une forte mobilisation sur le terrain, avec plusieurs observateurs qui cumulent en même temps des observations. Agrégées, elles permettent de déterminer les positions certaines de l'animal, donc de définir avec un maximum de précision le circuit utilisé par l'animal. La radio télémétrie nécessite en préalable de capturer l'animal, qui doit ensuite être équipé par un émetteur de petite taille collé sur le dos (entre les omoplates), avec une colle chirurgicale spéciale, ou posé à l'aide d'un collier. L'animal relâché est suffisamment stressé au début de sa progression après le relâcher pour que les données des premières heures soient interprétées avec précautions.

Fig. 9 : Principe de la radio localisation. L'animal est équipé d'un émetteur VHF. Ce dernier émet des ondes captées par 3 observateurs. Au même moment, chaque observateur note la direction du signal à l'aide d'une boussole. Les positions des observateurs sont notées sur une carte, ainsi que la direction de leur signal. Un triangle est formé, au centre duquel on trouve le barycentre correspondant à la position moyenne de l'animal au moment des prises de mesure. Cette procédure peut être réalisée très régulièrement pour un même animal. Quand cela est possible, il est conseillé de rechercher à atteindre l'animal, en se positionnant directement sous lui (le signal de localisation devient très fort dans toutes les directions, et l'animal équipé est parfois visible au-dessus de l'observateur : on parle d'« Homing in »). La radio localisation est alors certaine. En imaginant que plusieurs individus d'une même colonie occupent un espace proche les uns des autres, plusieurs individus peuvent être suivis en même temps.



Cette méthode étant très lourde, il est indispensable de définir précisément les questions scientifiques auxquelles la manipulation doit répondre. L'équipement des animaux ne devra se faire que sous couvert de cette réflexion préalable. En terme d'objectif de gestion conservatoire, il s'agit en général de définir la zone d'influence des différents types de peuplements forestiers sur une espèce de chauves-souris très présente sur un secteur de forêt. On va donc s'intéresser au domaine vital de la colonie, en équipant plusieurs individus, à plusieurs périodes importantes pour ces animaux (voir plus haut). Dans ce domaine vital, il sera possible de déterminer les différents habitats utilisés au regard de l'ensemble des milieux disponibles, puis de définir (mais c'est parfois plus délicat) les couloirs d'accès entre les habitats favorables (des gîtes aux terrains de chasse). Il sera ainsi possible de proposer des mesures de gestion conservatoire, ou des indications pour une exploitation raisonnée ou une modification de la gestion, voire une modification de l'organisation du paysage forestier pour prendre en compte la colonie.

Inconvénient : c'est la méthode la plus lourde à mettre en place pour suivre les chauves-souris en forêt. Elle nécessite la présence de plusieurs observateurs qui interviennent simultanément, des nuits complètes, pour localiser les animaux. De plus, les données récoltées imposent de prendre du recul, dans la mesure où elles ne correspondent aux localisations que d'un seul animal. Les résultats ne peuvent donc pas être extrapolés à l'ensemble des individus de l'espèce suivie, encore moins à toutes les espèces de chauves-souris. Ils ne sont de plus valables qu'à un moment donné. Cette méthode nécessite une très forte technicité du coordinateur de la manipulation, et un matériel spécialisé coûteux.

Avantage : cette méthode a pour objectif de définir précisément les secteurs utilisés par un animal ou une colonie (si on équipe plusieurs individus d'une même colonie). Il est par exemple possible de définir la zone d'utilisation d'une forêt par une colonie de chauves-souris, et de déterminer les habitats de chasse utilisés, au regard de tous les habitats disponibles (pour orienter la gestion en faveur de ces habitats). Il n'existe pas de méthode plus performante s'agissant de connaître les habitats utilisés par une chauve-souris, puisque l'animal peut-être suivi en permanence, jusqu'à tous ses terrains de chasse, et dans ses gîtes (diurnes et nocturnes). Mais attention à ne pas extrapoler les résultats, ces derniers ne correspondant qu'à une situation donnée, à un moment précis de la vie de la colonie, sur un site donné. Cette méthode peut-être utilisée pour trouver des gîtes à chiroptères de manière certaine.

Consigne à respecter : il faut absolument éviter de capturer un animal qui sera suivi par télémétrie en collant un filet juste devant l'entrée du gîte, voire en le « cueillant » au sein d'une colonie. Ce genre de pratique provoquera la désertion du site par l'ensemble des individus (rappelons

que ces animaux sont très sensibles au dérangement). La capture étant elle-même stressante, il convient de réduire les manipulations pour l'équipement des animaux au strict minimum. L'émetteur ne doit en aucun cas dépasser les 10% du poids de l'animal. Enfin, la durée de la pile est en général très réduite (une semaine). Le stress provoqué doit motiver si possible de maximiser les données récoltables par cette méthode, sur les terrains de chasse, donc de rester plusieurs nuits afin de suivre les animaux. En forêt, il est conseillé de fonctionner en équipe, et de suivre les animaux en les triangulant, donc en les positionnant régulièrement de manière simultanée entre les observateurs. En cas d'équipement simultané de plusieurs individus, il est conseillé d'opérer plusieurs nuits consécutives et de se focaliser sur 1 ou 2 individus localisés toutes les 5 à 10 minutes, tout en recherchant ponctuellement les autres animaux pour s'assurer de leur présence dans le secteur suivi. Cette méthode doit faire l'objet d'une demande d'autorisation particulière de capture et d'équipement de chiroptères, au regard de la réglementation en vigueur.

Méthode très dérangeante pour les animaux, créant un fort stress lors de l'équipement et de la capture. Le suivi de l'animal en Homing In peut gêner l'animal, qui fuira l'observateur (le bruit de se dernier se déplaçant - feuilles mortes – et avec une lampe provoque parfois une réaction de fuite, observation personnelle). Rester éloigné de l'individu peut s'avérer nécessaire.

3- Quels protocoles utiliser pour quelles études particulières ?

3,1- Inventorier et cartographier les chauves-souris en forêt.

Pour un Aménagement, la rédaction d'un Document d'Objectif sur un site Natura 2000, ou tout autre problématique de programmation de la gestion, il est important d'avoir une idée des enjeux de conservation des chauves-souris. La stratégie à appliquer en terme d'acquisition d'informations correspond typiquement à l'inventaire.

Les étapes à respecter sont :

- analyse de la bibliographie et des données déjà existantes en bases,
- prospection sur les sites souterrains, bâtis ou autres ouvrages d'art,
- inventaire en période d'activité des animaux, avec détection ultrasonore, puis sur les sites les plus propices (activité importante au détecteur, milieux potentiellement très favorables), capture aux filets cumulée à la détection ultrasonore. Comme expliqué plus haut, 3 passages s'imposent lors de cette phase (avril-mai, juin-juillet et août-septembre). Elle peut être cumulée en journée avec la visite des sites souterrains, bâtis et autres.

Pour cette dernière méthode, quel que soit le massif inventorié, on considère qu'une capture aux filets cumulée à de la détection ultrasonore avec expansion de temps peut fournir une première liste exploitable. Les points d'écoute tels que décrits plus hauts ne sont pas forcément indispensables pour l'inventaire unique. Par contre, en cas de nécessité d'avoir une idée de l'utilisation de l'espace forestier par l'ensemble des taxons, tout en ayant une liste d'espèces, l'utilisation du protocole MCD 10 s'avère indispensable, en stratifiant la prospection pour visiter un maximum de sites et d'habitats, sur l'ensemble du massif. Même s'il ne faut alors pas occulter les jeunes peuplements lors de la définition des points d'écoute, il est important de tirer des points au sein des plus vieux peuplements, et dans les carrefours ou au bord des points d'eau (surtout en début de nuit), secteurs où l'activité globale augmente. Enfin, en fonction de la taille du massif, plusieurs circuits peuvent être nécessaires.

Concernant les 3 passages, il est possible de modifier quelque peu l'échantillonnage (en cas de manque de moyens). On peut en effet décider de faire l'impasse sur le début de la saison (importante au moment de la refondation des colonies de reproduction) ou sur la fin (période d'activité maximale sur un massif). Cela veut dire qu'on ne se concentre alors que sur la phase de reproduction. Si la lacune de connaissance est importante, le gestionnaire saura toutefois où porter son effort de conservation lors de la programmation de la gestion sur le massif. Mais attention de ne pas généraliser

la limitation des périodes d'inventaire à la reproduction. En fonction du programme, des visites pendant les 2 autres saisons peuvent être obligatoires.

D'autres méthodes peuvent être utilisées parmi celles présentées plus haut, voire indispensables, mais seulement en situations particulières (pour exemple : découverte d'une importante colonie de reproduction de *Myotis bechsteinii* sur un massif fragmenté, avec peu de vieux peuplements...). Il convient alors de se rapprocher de personnes spécialisées.

3,2- Impacts d'infrastructures linéaires (routes, chemin de fer), ouverture de pistes forestières.

La mise en œuvre d'aménagement de l'espace se traduisant par l'ouverture de routes en forêt peut avoir un impact énorme sur les populations de chiroptères (en fonction du type d'infrastructure), et peut nécessiter des mesures d'accompagnement pour diminuer les risques (passages à faune, enterrement des linéaires devant être construits...) (Forestry Commission, 2005). Même si peu de travaux expriment l'impact des effets de fragmentation des paysages sur les chiroptères, il apparaît que leur sensibilité à la modification des paysages forestiers dans leur ensemble peut avoir un impact non négligeable sur certaines populations. Pour exemple, une colonie de *Myotis bechsteinii* utilise un espace forestier avec de nombreux gîtes, et chaque individu chasse territorialement sur un habitat ou un espace dans lequel il exploite les proies disponibles (il est opportuniste, mais territorial). La colonie ne se déplace que très peu en cas de suppression de sa zone de gîtes. Il lui faut donc les habitats favorables (vieux bois feuillus) à proximité. De plus, des travaux ont mis en évidence que la fondation de nouvelles colonies de reproduction passait par une scission d'un groupe déjà existant et important, avec un groupe de femelles qui part pour occuper un espace en périphérie de celui de la colonie initiale (Petit, 2005). Cette forme de dispersion chez les chiroptères pourrait se retrouver chez d'autres espèces. Elle montre en tout cas la nécessité d'avoir des connections très fortes entre les habitats favorables, voire que ces habitats soient présents en continu dans le paysage forestier, pour autoriser la dispersion d'une colonie de reproduction.

Les études d'impacts sur les infrastructures routières nécessitent la mise en œuvre de plusieurs étapes pour évaluer convenablement l'effet possible de la fragmentation du paysage sur des populations de chauves-souris. Comme expliqué plus haut pour le Murin de Bechstein, une déconnection paysagère entre une zone occupée par une colonie de reproduction, et l'une des seules zones de fondation d'une nouvelle colonie, ou simplement de déplacement de la colonie initiale, peut être fatale à cette colonie. On considère qu'il faut en moyenne (toutes méthodes confondues) une journée de travail par kilomètre de linéaire (temps à répartir entre les phases de prospection, de recherche active de chiroptères, de synthèse ou d'analyse des données). Les chauves-souris étant dépendantes de l'organisation du paysage, et de la végétation arborée et buissonnante, le choix des sites d'observation doit se caler sur les lisières et sur les grands blocs d'habitat d'un seul tenant.

Les étapes à respecter sont :

- analyse de la bibliographie et des données déjà existantes en bases,
- prospection sur les sites souterrains, bâtis ou autres ouvrages d'art le long du linéaire, en prenant une largeur de prospection d'au moins à 3km de distance du linéaire, voire 5km dans l'idéal (la zone de prospection d'une colonie de reproduction étant en moyenne pour les espèces qui dispersent le moins de 4 km autour du gîte),
- suivi d'activité des animaux, en utilisant les points d'écoute de 10 minutes (MCD 10) (au moins 1 par kilomètre), sur au moins 3 passages (avril-mai, juin-juillet et août-septembre), et en notant si possible les espèces contactées sur chaque point,
- utilisation de la capture aux filets si nécessaire sur les sites majeurs, présentant une forte activité chiroptérologique avec des signaux non affectables à telle ou telle espèce (avec détection ultrasonore cumulée à la capture),
- utilisation de la radio télémétrie sur les secteurs à forts enjeux, et où des mouvements d'individus sont détectés juste sur le passage de l'infrastructure. Les données acquises permettront de mieux cerner

les enjeux sur ce secteur, et de délimiter précisément l'emplacement d'infrastructures complémentaires (passages à faune, enterrement du linéaire...).

Nous rappelons que la façon de se déplacer des chiroptères (à l'aide d'un sonar), incite les animaux à suivre les linéaires, principalement arborés. Il n'est pas rare d'observer des noctules ou des sérotines voler en groupe au printemps le long des alignements d'arbres en bord de route. La création de linéaires boisés le long de ces infrastructures peut donc être un piège pour ces animaux en vol, en chasse ou lors de la sortie de gîte, les chauves-souris l'utilisant comme point de repère pour se déplacer, au risque d'aller trop près de ce linéaire et d'être percuté par un véhicule. Les propositions de gestion à proximité doivent donc tenir compte de ce facteur. Notamment, attirer les animaux loin des routes est la meilleure manière de limiter les risques de collision avec des véhicules (recréation de zones boisées distantes d'au moins 100m de la zone, sinon plantation d'un linéaire bas (2m) sur 30m le long de la route).

Remarque : Des observations personnelles ont montré que les panneaux indicateurs disposés devant les ponts passant sur les routes pouvaient aussi servir de points de repères pour les chiroptères en transit, et peuvent constituer un piège lors de transits. Les fissures dans les ponts, dont les ouvertures donnent sur la route, sont aussi des pièges facilitant les collisions en cas d'utilisation de ces fissures par des chiroptères.

Pour résumer, les propositions de gestion des espaces le long d'infrastructures de communication doit tenir compte des espèces présentes, de leur écologie, et des voies de dispersion utilisées, sinon possibles, au regard des habitats disponibles. Il est important de ne pas oublier que la fragmentation des paysages et des habitats est l'une des grandes causes de la destruction de la biodiversité dans le monde...

3,3- Impacts présumés sur des parcs éoliens.

La Société Française pour l'étude et la Protection des Mammifères a mis en place un protocole d'étude d'impact de la mise en place d'éoliennes sur les chiroptères. Il est indispensable d'appliquer ce protocole lors de la mise en place de parcs éoliens, de surcroît en forêt. Généralement, la mise en place d'un mât en forêt s'accompagne de la création d'une petite clairière, très favorable à la chasse des insectes sur les lisières forestières ainsi créées. Les espèces de type *Nyctalus*, *Pipistrellus*, *Eptesicus*, *Miniopterus*, *Tadarida*, etc, sont particulièrement sensibles. Au milieu de cette clairière, l'éolienne est considérée par les animaux (qui se repèrent avec des signaux sonores par écholocation) comme une infrastructure guidant la chauve-souris vers la canopée, sinon vers les pâles. L'activation de ces dernières génère un frottement au niveau du rotor, donc un échauffement favorable à la concentration d'insectes, diptères notamment (certains modèles de mâts réduisent ces effets actuellement). Qui dit proies, dit concentration de l'activité de chasse du prédateur, les chauves-souris volant entre les pâles pour capturer les insectes. Des études en cours démontrent en zone de plaine un impact considérable des éoliennes sur les chauves-souris, quand ces dernières sont présentes en grand nombre. C'est d'autant plus le cas en forêt, considérées comme des refuges actuellement pour les chauves-souris. De fait, **le Second Plan de Restauration préconise d'éviter tant que possible la mise en place de parcs éoliens en forêt.**

Quoi qu'il en soit, 2 phases s'imposent lors de l'étude d'impact :

- le pré diagnostic consiste à analyser les données existantes en base de données, puis la bibliographie, et enfin de faire une rapide analyse paysagère, afin d'évaluer les risques. S'ils sont considérés importants, il convient de mettre en œuvre :
- le diagnostic, beaucoup plus lourd, avec des longues phases de terrain (voir protocole spécifique).

Si les résultats mettent en évidence un impact potentiel élevé (en forêt notamment), il ne faut pas mettre en place le parc éolien, même de petite taille. D'ores et déjà, des Régions ont pris la décision de proscrire les parcs éoliens dans les zones forestières.

3,4- Fermeture ou destruction de bâtiments.

Comme nous l'avons décrit plus haut, les bâtiments jouent un rôle important pour la conservation de certaines espèces en forêt. Une expertise s'avère donc indispensable, en :

- analysant la bibliographie et les données déjà existantes en bases,
- prospectant le site selon le protocole spécifique de prospection de sites bâtis, si possible avec au moins 2 passages (un en hiver, et un en juin juillet, pendant la présence des colonies de reproduction).

L'expertise doit suffire pour proposer la meilleure gestion du bâtiment.

Dans chacun des cas, proposer un accès (par une porte blindée ou un passage fermé à clé) permettra de suivre dans le temps l'efficacité de la mesure. Enfin, l'intégration de l'environnement du bâtiment (corridors d'accès aux terrains de chasse) peut aussi apporter des informations importantes lors de la mise en œuvre d'actions de gestion.

3,5- Réaménagement d'ouvrages d'art.

Comme nous l'avons décrit plus haut, les ouvrages d'art en forêt peuvent être visités par les chauves-souris à n'importe quelle saison. Une expertise s'avère donc indispensable en cas de réaménagement du site (reconstruction ou modification partielle ou complète en vue du passage d'engins forestiers par exemple), en :

- analysant la bibliographie et les données déjà existantes en bases,
- prospectant le site selon le protocole spécifique de prospection de sites bâtis et d'ouvrages d'art, si possible avec au moins 4 passages (un passage pour chaque saison).

L'expertise doit suffire pour proposer la meilleure gestion du site. Comme précédemment, l'intégration de l'environnement immédiat peut apporter des informations complémentaires. Enfin, des captures aux filets devant l'entrée des ponts permettent souvent d'apporter des informations complémentaires à toute saison (sauf hiver) lors d'inventaires en forêt, les chiroptères pouvant utiliser les ponts ponctuellement dans une nuit.

3,6- Fermeture de mines et de sites souterrains.

Les mines et autres milieux souterrains peuvent être utilisés tant en hivernage qu'en estivage. Les consignes de sécurisation de ces sites imposent dans certains cas une fermeture de l'entrée. Les DRIRE et le BRGM proposent en général le foudroyage des entrées, empêchant l'accès tant aux hommes qu'aux chauves-souris. Il convient en premier lieu :

- d'analyser la bibliographie et les données déjà existantes en bases,
- de prospecter ces sites souterrains, en hiver voire en été (surtout dans la moitié sud de la France), afin de déterminer le type d'utilisation et les espèces présentes.

Les espèces ainsi inventoriées peuvent justifier la sécurisation par la pose de grilles à l'entrée, avec des barreaux horizontaux ayant un écartement spécifique pour permettre l'accès par des chauves-souris, mais interdisant la pénétration humaine. Cette méthode simple peut être remplacée par la mise en place d'un périmètre de sécurité avec des barrières hautes infranchissables à l'Homme, mais permettant une utilisation facile par des chauves-souris. Il est aussi important de noter que *Miniopterus schreibersii* ne supporte pas les grilles à barreaux horizontaux. Il faut donc prévoir un accès suffisamment grand en haut de grilles qui seraient posées, voire préférer la sécurisation d'un périmètre autour de l'entrée par une clôture.

Dans chacun des cas, proposer un accès (par une porte blindée ou un passage fermé à clé) permettra de suivre dans le temps l'efficacité de la mesure.

Se reporter au paragraphe « gestion ».

3,7- Expertise pour le maintien d'arbres à chiroptères.

Il n'existe que peu de travaux permettant de connaître l'arbre-type à chauves-souris. D'ailleurs, existe-t-il un arbre-type à chauves-souris en forêt ? Question toujours délicate pour laquelle une réponse n'est pas facile à donner. Se reporter à « **3,1- Les gîtes naturels** ».

Pour répondre à cette question, il apparaît que des travaux récents en plaine ont montré une préférence globale des chiroptères pour les fentes ou les trous de pics sur des chênes sains (en particulier sur les charpentières), si possible hauts dans l'arbre, et dans un secteur riche en arbre mort ou dépérissant et en cavités, sur 30m (Tillon, 2005c). Même si tous les types de cavités peuvent être utilisées, il semble que la tendance vers une sélection des fentes, des trous de pics, et parfois des écorces décollées se confirme en France (Pénicaud, 2000, 2002, 2006). De fait, reconnaître les arbres potentiellement favorables en forêt devient possible. Cela dit, le nombre d'arbres découverts avec des chiroptères se limite pour le moment à seulement quelques centaines pour la France entière. On est donc loin de craindre l'arrêt de l'économie du bois pour cause de conservation des arbres à chiroptères. Compte-tenu des enjeux de conservation portant sur ces espèces, la préservation des arbres-gîtes (découverts avec des chiroptères) doit être systématique.

Leur recherche est à mettre en œuvre sur les vieux peuplements riches en cavités, potentiellement favorables à l'accueil des chauves-souris. En plus de la cartographie des arbres favorables, leur maintien ne peut s'imposer qu'après une visite des cavités, ou suite à une expertise au détecteur en sortie de gîte. Dans chacun des 2 cas, il convient de faire appel à un spécialiste, capable d'accéder à la cavité, puis de remplir les fiches correspondantes de description des arbres gîtes.

3,8- Remarque générale.

Toutes les espèces de chiroptères étant protégées, leurs habitats sont aussi en partie protégés (arrêté ministériel du 23 avril 2007). Tout aménagement de l'espace nécessite donc un minimum de considérations vis-à-vis de ces animaux, voire une autorisation spéciale auprès des DIREN dans le cas de la destruction définitive de sites. Il ne faut pas oublier que les chauves-souris doivent être considérées comme des alliées des forestiers. Leur prise en compte doit donc permettre de rendre les forêts plus résilientes.

Nous rappelons aussi que pour toutes les phases de terrain, le réseau Mammifères de l'ONF peut être sollicité, voire les partenaires associatifs. Dans chaque cas, favoriser l'acquisition de données brutes pour intégration dans la base de données naturalistes de l'ONF, même si une analyse commentée est indispensable.