

Guide technique n°4

Conduite de prospections hivernales en cavités



Conservation et gestion intégrée
de deux espèces de chauves-souris
Le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées
en région méditerranéenne française

Programme LIFE+ CHIRO MED
2010-2014





Le LIFE+ CHIRO MED

est un LIFE*+ « Nature et Biodiversité* »
 dédié spécialement à deux espèces
 de chauves-souris :

Le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées



Sommaire

À SAVOIR SUR LES CHAUVES-SOURIS.....	2
LE GRAND RHINOLOPHE.....	4
LE MURIN À OREILLES ÉCHANCRÉES.....	5
LE PROGRAMME EUROPÉEN LIFE+ CHIRO MED (2010 – 2014).....	6
PROSPECTIONS HIVERNALES EN CAVITÉ.....	7
Pourquoi réaliser des prospections hivernales en cavités ?.....	7
Objectifs du programme LIFE+ CHIRO MED.....	9
PHASE PRÉPARATOIRE.....	10
Recueil d'informations.....	11
Les informations nécessaires.....	11
Les sources d'informations.....	14
Techniques de prospections.....	15
Les visites de grottes.....	15
Les prospections par enregistreurs automatiques d'ultrasons.....	22
Classification des données.....	24
RÉSULTATS DES PROSPECTIONS.....	26
Sites témoins.....	26
Sites prospectés.....	27
L'AnaBat™ n'a pas enregistré d'ultrasons mais la visite de site à permis de contacter les espèces cibles.....	27
Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ mais pas lors de la visite de site.....	27
Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ mais la visite de site n'a pas été possible.....	27
Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ et lors de la visite de site.....	28
Les limites de comparaison entre sites.....	30
Évaluation des méthodes de prospections.....	31
Les suites à donner après une campagne de prospections.....	32
GLOSSAIRE.....	36
BIBLIOGRAPHIE.....	40

Les chauves-souris, mammifères témoins de l'état de la biodiversité

Par leur position en bout de chaîne alimentaire, les Chiroptères représentent de bons indicateurs de l'état écologique des milieux naturels. Ils sont en effet directement impactés par l'altération des écosystèmes* dans lesquels ils vivent. Ce sont des espèces* porte-drapeau dont la conservation fait intervenir de nombreux sujets où l'homme a toute sa place.

Au cours du XX^{ème} siècle, les effectifs des 34 espèces recensées sur le territoire de France métropolitaine ont fortement décliné. Leur régression rapide suscite, depuis quelques décennies, un intérêt chez les naturalistes et les scientifiques qui cherchent à mieux comprendre les contraintes qui pèsent sur elles. L'amélioration des connaissances sur ces contraintes ainsi que sur la biologie et l'écologie des chauves-souris a permis de proposer des moyens pour les protéger. Ces moyens sont mis en œuvre par un accompagnement au cas par cas ou dans le cadre de programmes plus larges (les Plans Régionaux d'Actions en faveur des Chiroptères); et donnent, depuis quelques années, des résultats positifs encourageants et confortant la poursuite des recherches scientifiques et techniques

Une forte concentration d'espèces dans le sud de la France

La France métropolitaine héberge 34 des 41 espèces de chauves-souris présentes en Europe, dont un tiers des espèces reste menacé ou quasi menacé¹ du fait de l'altération de leur environnement. Le pourtour méditerranéen, la vallée du Rhône et les Alpes présentent la plus grande diversité. À titre d'exemple, les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon abritent 30 espèces. Mais ces zones géographiques ont aussi la plus forte proportion d'espèces menacées d'extinction au niveau national. La responsabilité de ces régions en termes de conservation est donc primordiale.

Les services rendus* à l'homme, voire insoupçonnés, des chauves-souris

- **Un enjeu économique et sanitaire** : Toutes les espèces de chauves-souris européennes sont insectivores. Elles dévorent durant les nuits des tonnes d'insectes dont certains ravageurs de cultures². Elles jouent donc un rôle de régulateur naturel et gratuit des populations d'insectes et contribuent ainsi à réduire l'achat et l'utilisation de pesticides. Une étude scientifique a ainsi pu estimer l'économie pour l'agriculture américaine pouvant atteindre 53 milliards de dollars³.

- **Un engrais naturel** : Le guano des chauves-souris est un engrais naturel puissant en raison de ses fortes teneurs en éléments nutritifs.

- **Des recherches scientifiques récentes vers des enjeux médicaux futurs** : La morphologie et la physiologie particulières des chauves-souris sont étudiées dans de nombreux champs de recherche médicale pour de nouvelles technologies d'exploration du corps par imagerie et l'apport de solutions sur les épidémies virales et les cancers⁴.



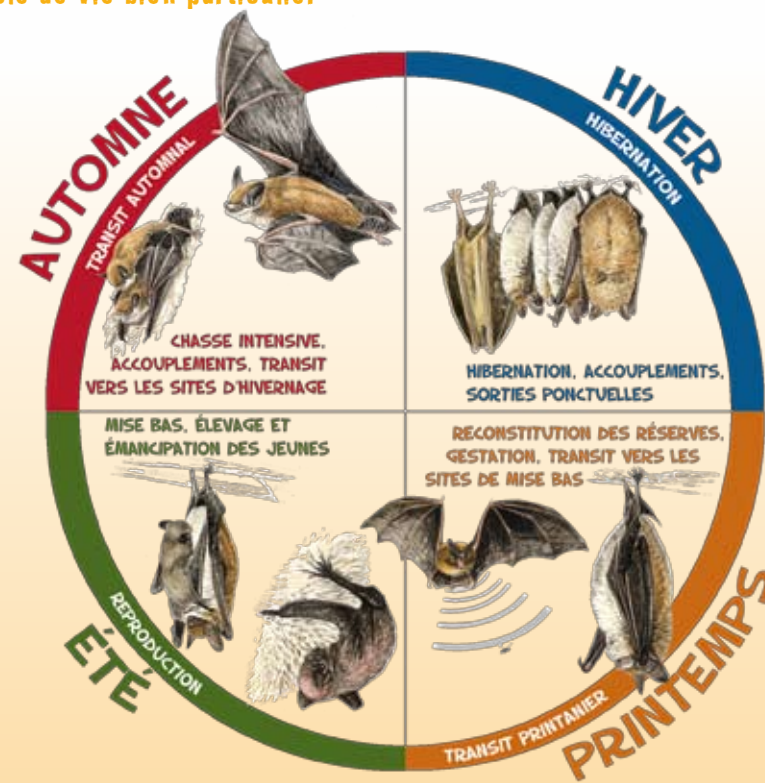
Toutes les chauves-souris sont protégées par la loi à travers :

- **Le droit international** par la convention de Bonn et la convention de Berne signées en 1979 et ratifiées par la France en 1990. Et par l'accord « EUROBATS* », né en 1991 et ratifié par 31 pays, qui engage les états signataires à mettre en place une protection concertée des populations de chauves-souris du continent européen.

- **Le droit de l'Union Européenne** avec l'annexe IV de la Directive « Habitat-Faune-Flore »* (92/43/CEE) du 21 mai 1992 qui indique que toutes les espèces de chauves-souris nécessitent une protection stricte. Douze espèces présentes en France sont inscrites à l'annexe II de cette directive qui liste les espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Ainsi, les populations de Chiroptères, et notamment leurs gîtes et leurs habitats*, ont été pris en compte dans la désignation des sites du réseau européen Natura 2000.

- **Le droit national français** avec l'article L.411-1 du Code de l'environnement et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (JORF du 10/05/2007) qui fixe la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Cette nouvelle législation protège désormais toutes les espèces de Chiroptères décrites actuellement sur le territoire métropolitain de façon nominative ainsi que la protection des sites de reproduction et des aires de repos des espèces nécessaires au bon accomplissement de leurs cycles biologiques.

Un cycle de vie bien particulier



¹ Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) et le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). 2009.
² JAY M., BOREAU DE RONCÉ C., RICARD J.-M., GARCIN A., MANDRIN J.-F., LAVIGNE C., BOUVIER J.-C., TUPINIER Y. & S. PUECHMAILLE. 2012. Biodiversité fonctionnelle en verger de pommier : Les chauves-souris consomment-elles des ravageurs ? *Infos CTIFL*, 286 : 28-34.
³ BOYLES J. G., CRYAN P. M., MCCracken G. F. & T. H. KUNZ. 2011. Economic importance of bats in agriculture, *Science*, vol. 332 (6025) : 41-42.
⁴ ZHANG G. et al. 2013. Comparative analysis of bats genomes provides insight into the evolution of flight and immunity. *Science*, 339 (6118) : 456-460.

LE GRAND RHINOLOPHE

Le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) est le plus grand des rhinolophes d'Europe. La principale caractéristique de cette espèce est la morphologie de son nez, orné d'un feuillet en forme de fer à cheval indispensable à l'écholocation.

Reproduction : Les femelles atteignent leur maturité sexuelle à l'âge de 2-3 ans. Leur accouplement, en automne, s'accompagne par un stockage hivernal des spermatozoïdes chez les femelles. L'ovulation s'effectue au retour des beaux jours. Puis leur gestation dure entre 6 et 8 semaines, avec des maxima de 10 semaines quand le printemps est particulièrement défavorable. De mi-juin à fin juillet, elles mettent au monde un jeune par an qui maîtrise le vol entre 19 et 30 jours et est autonome à 45 jours.

Déplacement / Migration : Espèce sédentaire, le Grand Rhinolophe se déplace rarement de plus de 100 km entre un gîte de reproduction* et un gîte d'hibernation* en passant par un ou plusieurs gîtes de transit* (déplacement maximum connu : 320 km).

Gîtes : En été, les femelles s'installent en petits groupes dans des cavités chaudes (21-30°C) et souvent dans le bâti (granges, greniers, caves chaudes, toitures d'églises, blockhaus...) abandonné, entretenu ou neuf, pour mettre bas et élever leur jeune jusqu'à l'émancipation. Les mâles estivent généralement en solitaire.

En hiver, l'espèce hiberne vers octobre-novembre jusqu'à avril dans des cavités souterraines naturelles ou artificielles (galeries de mines, carrières, grottes ou grandes caves) qui présentent une obscurité totale, une température comprise entre 5°C et 12°C, une hygrométrie à saturation, une ventilation légère et une tranquillité absolue. Ces chauves-souris sont toujours pendues par les pieds (caractéristique des Rhinolophidae).

Terrains de chasse : Essentiellement les boisements (ripisylves, forêts de feuillus) et les pâturages entourés de haies. Les haies sont très importantes pour leurs ressources en proies d'une part et surtout comme corridors de déplacement d'autre part (cf. guide technique n°5 « Éléments de gestion conservatoire des territoires »).

Régime alimentaire : En général, l'espèce se nourrit de Coléoptères coprophages (hannetons et bousiers) et de Lépidoptères nocturnes, mais peut aussi consommer des Orthoptères (sauterelles, criquets), des Trichoptères, des mouches, des araignées, etc. (cf. guide technique n°5 « Éléments de gestion conservatoire des territoires »).

Aire de répartition : Les populations se sont fortement réduites dans le nord-ouest de l'Europe au cours du dernier siècle allant parfois jusqu'à leur disparition (Belgique, Pays-Bas, Malte)

L'épicentre de la répartition européenne est dans le **bassin méditerranéen**.

Source carte : IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2008. *Rhinolophus ferrumequinum*. In : IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species.



Ultrasons : entre 79 et 84 kHz (Fréquence Constante)

Longévité : de 15 à 30 ans

Taille : environ 7 cm

Envergure : de 33 à 40 cm

Poids : de 15 à 34 g

Pelage : brun, plus ou moins teinté de roux (face dorsale) et gris-blanc à blanc-jaunâtre (face ventrale)

LE MURIN À OREILLES ÉCHANCRÉES

Le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) est de taille moyenne avec une nette échancre, presque à angle droit, sur le bord extérieur de l'oreille brune qui lui vaut son nom. Son pelage est dense d'apparence laineuse, roux sur le dos, plus clair sur le ventre (peu de contraste).

Longévité : jusqu'à 18 ans

Taille : environ 4-5 cm

Oreilles de taille moyenne : de 1,4 à 1,7 cm

Envergure : de 22 à 24,5 cm

Poids : de 6 à 15 g

Tragus* : pointu et n'atteint pas le haut de l'échancre de l'oreille

Ultrasons : débute vers 140 kHz et s'achève vers 38 kHz (Fréquence Modulée Abrupte)

Reproduction : Les accouplements s'effectuent en automne. Les femelles stockent les spermatozoïdes jusqu'au printemps. L'ovulation s'effectue au retour des beaux jours et la mise bas d'un seul jeune par an se fait entre mi-juin et fin juillet après 50-60 jours de gestation. Le jeune est capable de voler dès l'âge de 4 semaines.

Déplacement / Migration : Espèce largement sédentaire. Les distances parcourues entre gîtes d'été et d'hiver sont en général inférieures à 40 km (déplacement maximum connu : 105 km).

Gîtes : Les gîtes de reproduction sont principalement des greniers ou des combles mais peuvent être des granges, caves, ou blockhaus comme en Camargue, tempérés (23-27°C). Les femelles s'y regroupent en essaims de 50 à 600 individus. Les mâles estivent généralement en solitaire. En hiver, l'espèce hiberne dans des grottes, carrières, mines et des caves de grande dimension avec une obscurité totale, une hygrométrie proche de la saturation, une température inférieure à 12°C et une ventilation presque nulle.

Terrains de chasse : Essentiellement des milieux forestiers ou boisés, feuillus ou mixtes. Mais l'espèce exploite aussi des jardins et parcs, de grands arbres isolés ou de petits îlots de végétation, des étables, des milieux pastoraux, des bocages, au-dessus des rivières et en méditerranée également au-dessus des oliveraies traditionnelles, des forêts de résineux et des vergers (cf. guide technique n°5 « Éléments de gestion conservatoire des territoires »).

Régime alimentaire : Très spécialisé, il est composé majoritairement d'araignées, d'opilions et de mouches, complété par des Coléoptères, Névroptères et Hémiptères. En Camargue, on rencontre une particularité locale puisqu'il est composé essentiellement d'araignées et d'Odonates, des ressources alimentaires abondantes sur le territoire (cf. guide technique n°5 « Éléments de gestion conservatoire des territoires »).

Aire de répartition : L'espèce montre une répartition très hétérogène sur la totalité de son aire de distribution. En France il apparaît de fortes disparités en effectifs selon la région. Le **sud de la France** compte de faibles effectifs hivernaux mais de **fortes populations estivales**.

Source carte : IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2008. *Myotis emarginatus*. In : IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species.



T. Stoecklé



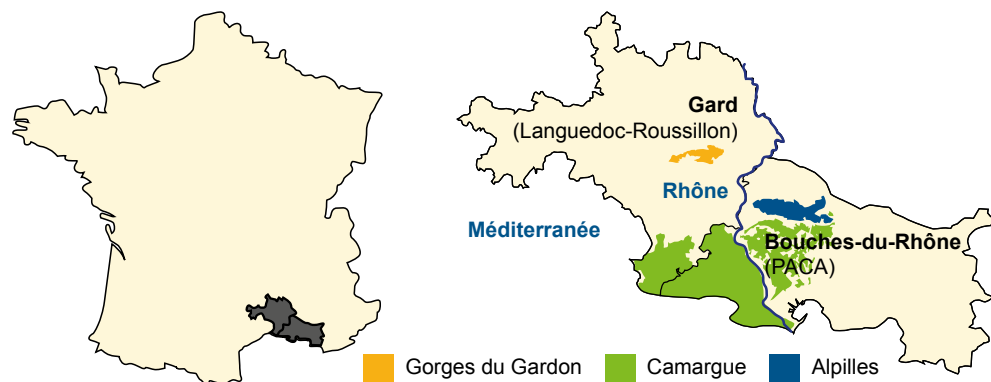
B. Morazé





Le programme LIFE+ CHIRO MED (www.lifechiromed.fr) porte sur la conservation et la gestion intégrée de deux espèces de chauves-souris, le Grand Rhinolophe et le Murin à oreilles échanquées, en région méditerranéenne française. Ce programme a pour objectif de comprendre et de préserver chacun des compartiments biologiques nécessaires au cycle annuel des populations locales des deux espèces visées. La forte anthropisation des territoires ciblés et les interactions entre ces espèces et l'Homme rend indispensable une mise en œuvre d'actions menées en concertation et au plus près des activités humaines.

Le programme porte sur trois secteurs géographiques, que sont la Camargue, le Massif des Alpilles et les gorges du Gardon, et sur huit sites d'intérêt communautaire, dits SIC. En effet, en région méditerranéenne française, les principales populations des deux espèces ciblées par le programme sont concentrées dans ces trois territoires. En hiver, ces espèces entrent en léthargie dans les cavités des gorges du Gardon et des Alpilles, tandis qu'en été, elles viennent se nourrir et se reproduire en Camargue.



Le programme permet, à travers 29 actions, d'unir les compétences techniques et territoriales, en vue de pallier les cinq menaces majeures pesant sur ces deux espèces :

- ✔ Menace 1 : la perte et l'altération des gîtes de reproduction et d'hibernation.
- ✔ Menace 2 : la perte et l'altération des habitats naturels utilisés comme sites d'alimentation (terrains de chasse) et corridors de déplacements.
- ✔ Menace 3 : la diminution des ressources alimentaires liée à l'utilisation de pesticides et à la modification des pratiques agro-pastorales.
- ✔ Menace 4 : la mortalité routière.
- ✔ Menace 5 : la méconnaissance des chauves-souris qui engendre des destructions involontaires.

Remédier à ces menaces pour ces deux espèces permet aussi la protection d'un grand nombre d'autres espèces et de leurs habitats. On parle alors d'espèces « parapluie ».

Pourquoi réaliser des prospections hivernales en cavités ?

Les prospections hivernales de cavités répondent à un besoin de connaissance et d'inventaire des gîtes souterrains utilisés par les différentes espèces de Chiroptères pour réaliser leur hibernation*.

Elles sont un préliminaire à l'évaluation des enjeux de conservation des populations locales d'espèces ciblées, à la définition de leur état de conservation dans les sites Natura 2000 et le cas échéant, aux actions conservatoires des gîtes. Elles permettent par la suite, de mettre en place des actions de suivis sur les colonies découvertes afin de mesurer l'évolution des effectifs et d'évaluer l'effet des actions conservatoires menées, l'impact de l'utilisation des sites ou encore de l'emprise humaine sur une région.

L'inventaire des gîtes cavernicoles d'hibernation se justifie par la fidélité relative des Chiroptères à ces gîtes, liée à des conditions abiotiques* particulières (température fraîche et constante, taux d'humidité élevé, longueur du réseau, etc., LECOQ 2006) auxquelles ne répondent pas toutes les cavités d'un secteur, notamment en zone méditerranéenne au climat chaud. La tranquillité de ces sites est également un facteur déterminant pour la présence régulière des Chiroptères, facteur sur lequel il est plus aisé pour un gestionnaire d'intervenir.



Spécificités de la période hivernale pour la conduite de prospections

L'hibernation n'est pas déclenchée directement par le froid mais par l'absence d'insectes disponibles et le fait que les Chiroptères ne migrent pas en Europe (sauf 3 exceptions documentées). Par contre le froid intense engendre généralement un regroupement des animaux dans quelques sites clefs adaptés à l'hibernation. La période retenue en France pour les suivis hivernaux est entre le 20 et le 30 janvier (validé par le réseau des coordinateurs régionaux du réseau Chiroptères de la SFEPM - Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères).

Toutes les chauves-souris n'hibernent pas en groupe en zone méditerranéenne. Le Grand Rhinolophe peut former des groupes d'hibernation (cf. photo 1) mais aucun n'est par exemple connu pour le Murin à oreilles échancrées pour lequel ses sites d'hibernation nous sont inconnus actuellement dans cet espace biogéographique.

Il semble que les regroupements de grands rhinolophes soient liés à la fois au fait que certains sites sont très favorables à l'hibernation, à la rigueur de l'hiver qui évite la dispersion des individus dans de nombreux sites et au fait que les individus d'une même colonie de reproduction estivale semblent hiberner ensemble l'hiver.

Sensibilité extrême des Chiroptères : Le processus d'hibernation repose sur une gestion efficace par les animaux des réserves de graisse accumulées à l'automne, ce qui induit une sensibilité très forte vis-à-vis des facteurs extérieurs pouvant conduire à leur réveil (toucher direct, dérangement par une autre chauve-souris active ou réveillée, chaleur, bruit, éclairage).

Inactivité des Chiroptères : À l'inverse des périodes d'activités où il existe plusieurs méthodes qui permettent la découverte de gîte de Chiroptères avec un dérangement réduit (observations en sortie de gîte avec détecteur d'ultrasons, radiopistage), la léthargie des chauves-souris en hiver nécessite bien souvent la visite des gîtes et une observation directe des individus pour caractériser l'hibernation et compter les animaux.



Photo 1 : Groupe de grands rhinolophes en hibernation dans une cavité.

Objectifs du programme LIFE+ CHIRO MED

Au niveau géographique, les actions principales proposées dans le programme LIFE+ CHIRO MED étaient centrées sur la Camargue dite géologique. Ce territoire accueille d'importantes colonies de parturition de Grand Rhinolophe et de Murin à oreilles échancrées, qui utilisent volontiers des bâtiments pour la mise-bas et l'élevage de leurs jeunes.

En hiver, ces espèces recherchent essentiellement des gîtes hypogés*, à température fraîche et constante et à hygrométrie saturée. L'absence de cavités naturelles en Camargue rend peu probable la présence de colonies d'hibernation sur ce territoire même si des individus isolés dans des blockhaus ont pu être observés ponctuellement en février.

À ce titre, la recherche des gîtes d'hibernation des colonies de Chiroptères se reproduisant en Camargue s'est effectuée sur les deux massifs karstiques* les plus proches du territoire Camarguais, à savoir le massif des Alpilles (15 km) et les gorges du Gardon (30 km) (cf. photo 2). Il a par ailleurs été prouvé par baguage que des individus de la colonie d'Aigues-Mortes, aujourd'hui disparue, allait hiberner vers Saint-Hippolyte-du-Fort à 80 km de la Camargue gardoise.



Photo 2 : Les territoires karstiques concernés par les prospections du programme LIFE+ CHIRO MED : Massif des Alpilles (à gauche) et gorges du Gardon (à droite).

Ces prospections visaient à préciser l'état de conservation des espèces cibles dans ces secteurs et à identifier de nouvelles colonies d'hibernation afin de pouvoir protéger l'ensemble des gîtes utilisés au cours du cycle vital du Grand Rhinolophe.

Lorsque des espèces cibles étaient présentes dans les gîtes prospectés, les observateurs réalisaient des prélèvements de guano frais en vue d'une analyse génétique (typage microsatellite). Ce typage génétique a également été réalisé sur les colonies de reproduction de Grand Rhinolophe pour comparer les différents résultats obtenus et essayer de comprendre le mode d'utilisation du réseau de gîtes par les chauves-souris (voir guide technique n°5 « Éléments de gestion conservatoire des territoires »).

En parallèle, des suivis des populations étaient réalisés sur les gîtes d'hibernation déjà connus pour abriter des colonies, afin de connaître l'évolution des effectifs et d'évaluer l'impact des actions menées, notamment les mesures de protection de gîtes.

Ce guide se propose de dresser une méthodologie de conduite de prospection en cavités à l'attention des gestionnaires, bureaux d'études en environnement et associations de protection des Chiroptères, basée sur l'expérience issue du programme LIFE+ CHIRO MED en zone méditerranéenne avec des limites de transposition suivant le secteur biogéographique à étudier.

Plusieurs techniques de prospection ont pu être testées et mises en œuvre à travers le programme LIFE+ CHIRO MED :

- Des prospections « conventionnelles » par visites de grottes (cf. photo 3), réalisées soit par deux salariés des structures responsables d'un secteur (le GCP « Groupe Chiroptères de Provence » pour les Alpilles et le SMGG « Syndicat Mixte des Gorges du Gardon » pour les gorges du Gardon) de novembre à mars, soit par plusieurs équipes (faisant appel à bénévoles) rassemblées le temps d'une semaine de prospection afin de couvrir un maximum de site sur une période plus réduite.
- Des prospections passives utilisant des enregistreurs automatiques d'ultrasons (AnaBat™, cf. photo 4), pour caractériser la présence des espèces cibles lors de leurs phases de réveil (surtout le Grand Rhinolophe en région méditerranéenne). Les sites faisant état d'enregistrements sonores concluants étaient visités par la suite pour préciser les effectifs présents et éventuellement identifier les espèces du genre *Myotis* (l'identification des signaux en division de fréquences du genre *Myotis* est délicate et ne permet pas de remonter jusqu'à l'espèce).



Photo 3 : Prospection d'une cavité.



Photo 4 : Enregistreur AnaBat™.



Recueil d'informations

Les informations nécessaires

La première étape pour organiser une campagne de prospections en cavités concerne l'identification des sites souterrains à visiter.

Pour cela, plusieurs informations doivent être connues :

- Liste des sites à prospecter : Le recensement préalable des cavités connues du territoire permet de hiérarchiser les visites à réaliser, de prévoir le temps de prospection qui sera nécessaire sur le terrain et d'anticiper sur les ressources à mobiliser pour mener à bien ces prospections en toute sécurité.
- Situations géographiques des cavités : Indispensable pour localiser les différents sites souterrains, le positionnement des entrées de cavités peut avoir été fait par pointage direct sur carte ou à l'aide d'un relevé GPS. La précision de cette donnée est déterminante pour identifier à coup sûr chaque grotte sur le terrain, particulièrement sur un secteur où les cavités sont nombreuses et proches les unes des autres.
- Chemins d'accès jusqu'aux cavités : En complément de la situation géographique, connaître le chemin d'accès permet :
 - Un gain de temps précieux pour se rendre sur les sites.
 - D'éviter les secteurs potentiellement sensibles.
 - De se prémunir des accès impraticables, notamment dans le cadre des grottes en falaises.
- Topographies* des cavités : Lorsque celles-ci sont disponibles, les topographies permettent (cf. figure 1) :
 - De définir le matériel de progression nécessaire à l'exploration de chaque cavité (équipement de protection individuel, longueur de corde, nombre d'amarrages).
 - De se repérer sous terre afin d'éviter de se perdre, de repasser plusieurs fois dans la même galerie ou d'omettre une partie du réseau.
 - De pointer les secteurs potentiellement dangereux.
 - D'organiser la visite par secteur en limitant le nombre de visiteurs sur les parties les plus propices à l'hibernation.

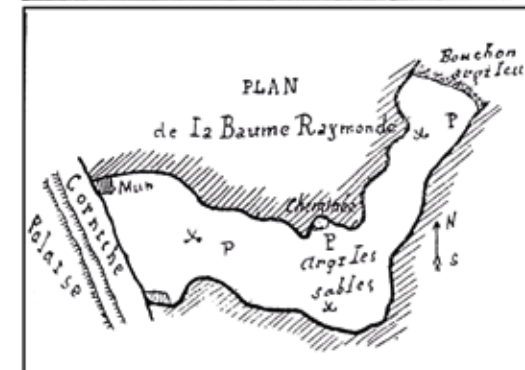


Figure 1 : Coupe d'une cavité (d'après Gagnière et Germand, 1929, à haut) et plan d'une cavité (d'après F. Mazauric, 1898, en bas).

- Noms des propriétaires des cavités : La visite d'un site souterrain est tributaire de l'accord du propriétaire de l'entrée du site, qui devra être sollicité par l'organisateur des prospections.
- Réglementations annexes : Suivant le territoire sur lequel se situe une cavité, plusieurs réglementations spécifiques peuvent s'appliquer et doivent être recensées (Arrêté Préfectoraux de Protection de Biotope, Réserves Naturels, Parc Nationaux, Sites Classés, terrains militaires, sites archéologiques...). La plupart des réglementations en place entraîne des demandes d'autorisations supplémentaires mais permet également de guider l'organisation des prospections en fonction des enjeux spécifiques du territoire (accès possible aux grottes hors périodes de sensibilité pour certaines espèces faunistiques ou floristiques, en dehors des périodes d'activité militaire). Certaines cavités pouvant être fermées, le contact avec les gestionnaires est par ailleurs indispensable pour récupérer les clefs ou se faire accompagner sur site.



Photo 5 : Un modèle de détecteur à CO₂. Un adhésif a été fixé (en haut à droite) sur le haut parleur de l'alarme afin de réduire son intensité.

- Les dangers prévisibles : Les difficultés techniques particulières (étroitures, escalades) et les dangers spécifiques de certains réseaux (instabilité, réseaux inondables, présence de gaz) sont souvent connus des spéléologues. Les connaître à l'avance permet d'anticiper sur les solutions techniques susceptibles de palier à ces obstacles. Par exemple, dans le cas d'un réseau gazé, seul un détecteur de CO₂ (cf. photo 5) vous permettra de connaître le taux exact sur site et d'adapter la conduite à tenir.

- Données historiques sur les Chiroptères : Lorsque celles-ci sont disponibles, elles peuvent permettre de prioriser les cavités à visiter en ciblant les anciens sites fréquentés par les Chiroptères. Certaines régions et départements possèdent également une liste des sites majeurs à Chiroptères. Ces sites bénéficient généralement de suivis des populations et ne doivent pas faire l'objet de prospections (contacter les organismes en charge des suivis pour obtenir les effectifs relevés).



Le gaz en cavités

Certains secteurs karstiques sont marqués par des taux de gaz carboniques élevés, qui peuvent gêner l'accès à plusieurs cavités. La concentration de gaz dans une grotte est variable au cours de l'année, et c'est généralement en saison froide que les teneurs sont les plus basses. Au contraire, les épisodes de crues repoussent vers le haut l'atmosphère profonde et font remonter le niveau de gaz (Ek & GODISSAR 2009 et 2013).

Le gaz carbonique des grottes provient principalement de la décomposition des végétaux de surface en humus, ainsi que de la respiration végétale par les racines. Le CO₂ libre dans le sol est ensuite entraîné en profondeur par l'eau de pluie (H₂O) qui réagit sur le calcaire (CaCO₃) en donnant du bicarbonate de Calcium (Ca(HCO₃)₂), acide et soluble dans l'eau. En arrivant dans une cavité, une partie du calcaire dissout se dépose sous forme de concrétionnement, provoquant un dégagement simultané de gaz carbonique dans l'atmosphère de la grotte.

L'augmentation en CO₂ de l'air atmosphérique libre et le réchauffement climatique global de la planète depuis le début du XX^{ème} siècle semblent également participer à l'augmentation de CO₂ sous terre (qui augmente plus vite que dans l'atmosphère), en agissant notamment sur l'activité de la végétation.

L'exposition à une teneur anormale de CO₂ entraîne des conséquences psychiques et physiques chez l'Homme, variables suivant la concentration de gaz et l'état de santé du visiteur :

- Jusqu'à de 1% dans l'air inspiré (dans l'atmosphère la concentration est de 0,039 %), les effets du CO₂ ne sont pas significatifs.
- De 1 à 2% de CO₂, augmentation du débit respiratoire.
- De 3 à 4%, le CO₂ provoque hyperventilation gênante, céphalées, faiblesse généralisée, vertiges, douleurs à l'estomac.
- Au dessus de 5 %, le CO₂ entraîne des effets irréversibles allant de l'atteinte des capacités mentales et physiques à la perte de conscience.
- À partir de 10 %, la perte de conscience est rapide.
- La mort est imminente à des concentrations de 25 à 30 %.

Pour se prémunir de ce type d'incidents, il existe dans le commerce de bon détecteur de CO₂ (autour de 500 euros), adapté au terrain, et munies d'alarmes paramétrées sur les normes professionnelles en vigueur : une première alarme (sonore et visuelle) se déclenche à 3%. Elle peut s'arrêter manuellement mais contraint le professionnel dans l'exercice de ses fonctions à rebrousser chemin. Une seconde alarme se déclenche à 5% et ne s'arrête que lorsque le taux de gaz descend en deçà.

Sans détecteur, seul le ressenti des premiers symptômes permet de prendre conscience de la présence de gaz... et doit inciter à la prudence.

Et les chauves-souris ? Les grottes et avens gazés peuvent accueillir des colonies de Chiroptères en hibernation (le gaz constituant par ailleurs une protection contre le dérangement d'origine anthropique). La répartition des animaux à l'intérieur de ces gîtes montre cependant que les chauves-souris sont également sensibles au gaz et qu'elles occupent les espaces les moins gazés du réseau (cloches au plafond situées bien au dessus de la nappe de gaz, points d'accroches dans un léger courant d'air ...). De rares cas de mortalité de Chiroptères dus à une accumulation de gaz toxiques ont toutefois été rapportés en Europe.

Les sources d'informations

La base de données cavités du Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Le BRGM, établissement public français, propose une base de données nationale sur les cavités naturelles et d'origine anthropique. Celle-ci est consultable directement sur le site internet du BRGM (www.bdcavite.net) et permet de recenser les cavités d'un secteur avec une entrée départementale ou communale. Chaque cavité pointée donne lieu à une fiche synthétique indiquant les coordonnées géographiques du site.

Bien que cet outil soit simple et rapide d'utilisation, l'ensemble des cavités d'un secteur n'y figure pas nécessairement. De plus, la précision de certaines localisations est parfois approximative (jusqu'à 200 mètres), ce qui complique la recherche de l'entrée sur le terrain. À ce titre, soyez vigilants sur les champs « Précisions coordonnées », « Positionnement » et « Date de validité » de la base, qui permettent de caractériser la précision des données.

La bibliographie spéléologique

Le milieu des spéléologues est coutumier des publications, que ce soit dans de simples bulletins de clubs ou des revues à portée nationale (cf. figure 2). L'information y est souvent précise, dense... et difficile à compiler.

Par chance, certains secteurs karstiques ont fait l'objet d'Atlas spéléologique dédié, qui référencie les cavités du territoire et apporte des informations sur les accès, le matériel de progression nécessaire, la topographie (ou schéma) des grottes et les dangers éventuels. Bien que ces documents soient précieux en terme de source d'informations, la situation des sites souterrains est parfois imprécise (volontairement ou non).

Les spéléologues

Ils constituent souvent le meilleur accès à la bibliographie spéléologique, qu'ils peuvent compléter par leur connaissance du terrain. La collaboration avec les spéléologues dans une campagne de prospection permet de gagner du temps dans l'identification des sites (et de leurs patronymes, parfois nombreux) et de faciliter la réalisation des visites (accès directs aux cavités, mise en sécurité des passages aériens...).

Les personnes ressources

Qu'elles soient agents de terrain, agriculteurs, chasseurs ou érudits locaux, toutes les personnes qui peuvent vous apporter des informations sur les grottes d'un secteur méritent d'être entendues, voir associées aux prospections à mener.

Techniques de prospections

Les visites de grottes

Il s'agit de la technique de prospection la plus couramment utilisée pour caractériser la présence de Chiroptères en période hivernale. L'opération consiste à visiter (en journée habituellement) les gîtes identifiés et à recenser visuellement les différentes espèces présentes. Les limites à cette méthode d'inventaire proviennent de la difficulté d'identification et d'observation de centaines d'espèces en milieu souterrain (notamment les fissuricoles).

Organisation de la phase de terrain

- Obtenir l'accord des propriétaires et gestionnaires concernés : Lorsqu'il existe un gestionnaire, celui-ci peut servir d'intermédiaire avec les différents propriétaires.
- Vérifier que chaque participant est assuré pour aller sous terre : il peut s'agir d'une assurance professionnelle, d'une assurance « spéléo » (« fournie » avec l'adhésion auprès de la Fédération Française de Spéléologie) ou toute autre assurance qui prend en charge les risques souterrains. La FFS prévoit également une assurance à la journée.
- Mettre en place une organisation interne de prévention des secours : Il s'agit de s'assurer que l'ensemble de la chaîne de déclenchement des secours fonctionne. Pour cela, plusieurs dispositions doivent être prises :
 - Sur le terrain, travailler systématiquement par équipe(s) de deux personnes : La première étape du déclenchement et d'organisation des secours dépend du partenaire indemne engagé dans le binôme.
 - S'équiper de moyens de communication permettant d'assurer une liaison en surface (téléphone portable ou satellitaire).
 - Au bureau, afficher le protocole interne de déclenchement des secours incluant les numéros de téléphone d'urgences (note-cadre : La Fédération Française de Spéléologie propose un document synthétique sur la « Conduite à tenir en cas d'accident » (cf. figure 3 - Réf SSF026

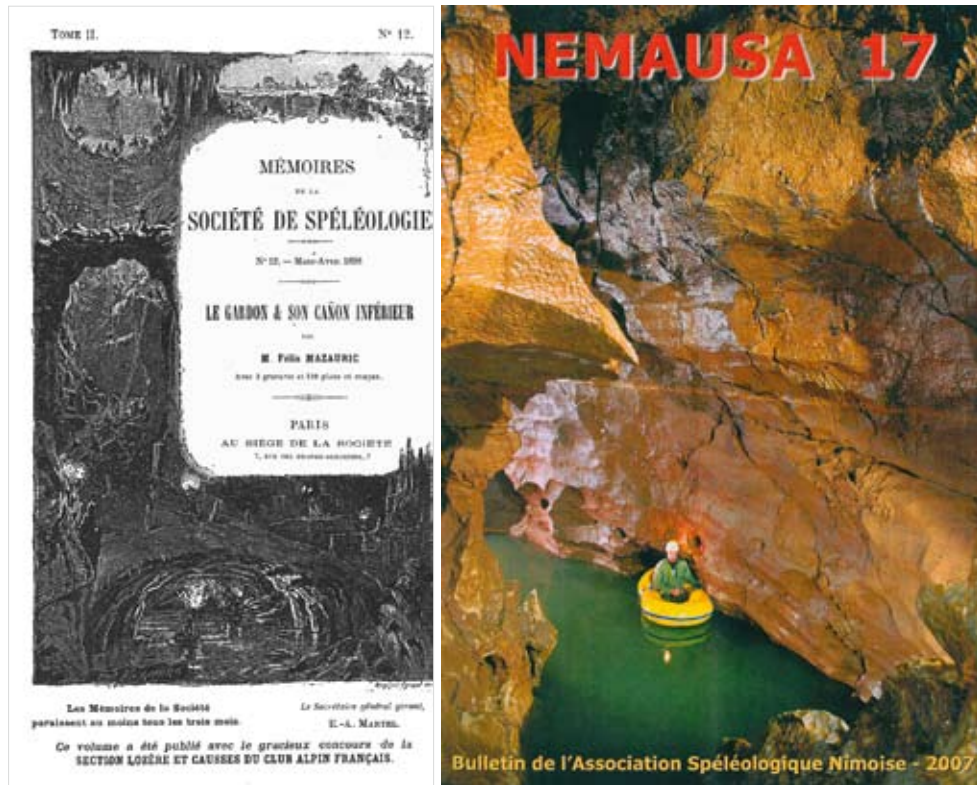


Figure 2 : Exemples de bibliographie spéléologique. Mémoires de la société de spéléologie, 1898 (à gauche) et Nemausa - bulletin de l'Association Spéléologique Nimoise (à droite).

Réf. : SSF026	Fédération Française de Spéléologie SPÉLÉO SECOURS FRANÇAIS	MAJ du 09/01/06
---------------	--	-----------------

CONDUITE A TENIR EN CAS D'ACCIDENT

En cas d'accident spéléo, téléphoner par ordre de priorité jusqu'à l'établissement d'un contact :

1) A un responsable local du SPÉLÉO SECOURS FRANÇAIS
Adresses fournies par la Fédération Française de Spéléologie (voir ci-dessous) ou sur le site Web du Spéléo Secours Français : www.speleo-secours-francais.com

2) A un responsable national du SPÉLÉO SECOURS FRANÇAIS

N° vert : + 33 (0)800 121 123

3) Au Centre de Traitement de l'Alerte : 112 en précisant :

- ↳ qu'il s'agit d'un "accident de spéléologie"
- ↳ qu'il faut alerter le "Conseiller Technique Départemental de Spéléologie" du spéléo-secours du département.

4) A la Gendarmerie locale ☎ 17 en précisant :

- ↳ qu'il s'agit d'un "accident de spéléologie"
- ↳ qu'il faut alerter le "Conseiller Technique Départemental de Spéléologie" du spéléo-secours du département.

En cas d'accident corporel

Il est indispensable que l'alerte soit transmise par un témoin direct. Il pourra ainsi répondre aux questions qui lui seront posées relatives au lieu, à l'heure et aux circonstances de l'accident.

Le message d'alerte devra également comporter un bilan de santé minimum de la victime : (les six questions).

Il faut consacrer le temps nécessaire à la collecte et à la rédaction des renseignements qui constituent le message d'alerte.

Savoir :

➤ **L'heure et les circonstances de l'accident**

Pour le bilan de l'accidenté, le minimum sera :

1. La victime répond-elle aux questions ?
2. Peut-elle bouger tous ses membres ?
3. Sa respiration est-elle normale ?
4. Le pouls bat-il au poignet ?
5. A-t-elle des blessures évidentes ?
6. Est-elle en train de s'affaiblir ?

Figure 3 : Fiche de conduite à tenir en cas d'accident de la FFS.

téléchargeable sur internet) et un tableau accessible référençant les sorties planifiées (dates, lieux, heures départ/arrivées). Penser à informer avant chaque sortie une personne référente chargée de déclencher ou relayer les secours en cas de besoin.

- Réunir et vérifier le matériel de sécurité : en fonction des sites à visiter, rassembler le matériel collectif de progression indiqué (cordes, mousquetons, fixations) et les équipements de protection individuel nécessaires (baudriers, longues), en s'assurant de leur validité (équipements à faire contrôler tous les ans par une personne qualifiée). Prévoir un détecteur de CO² s'il existe un risque de gaz connu et une trousse de secours adaptée (comportant notamment des pansements compressifs de type coussin hémostatique pour pouvoir assurer des points de compression seul).

Déroulement

La phase de terrain consiste à visiter la cavité et comptabiliser visuellement les Chiroptères présents en distinguant les effectifs par espèces. Remplir une fiche de relevé de visite en sortant de la cavité pour limiter le temps de présence dans la grotte.

En cas de gros essaims de chauves-souris, il est possible de faire un comptage sur photographie. Dans ce cas, soigner le travail afin de ne prendre qu'une photo (au flash) et repartir calmement. Les photos en gros plan peuvent être prises en atténuant le flash au moyen d'un filtre en papier calque.

Le matériel à mobiliser (hors matériels de sécurité spécifiques) pour le travail de terrain est le suivant :

Par équipier :

- Tenue de terrain adaptée.
- Lampe frontale.
- Lampe torche.
- Jumelles.
- Casque de spéléologie.

Par équipe :

- Appareil photo + papier calque.
- GPS.
- Boussole.
- Thermo-hygromètre.
- Fiche(s) de relevé standard (cf. figures 4a et 4b).

Au bureau, archiver les données de terrain collectées dans une base, ainsi que les photographies.



L'identification des Chiroptères en hiver

L'identification des espèces de chauves-souris par observation visuelle au gîte est chose délicate, notamment quand les animaux sont accrochés en hauteur ou qu'ils occupent des fissures peu accessibles au regard (cf. photo 6). Le temps de visite dans les gîtes en hiver devant être limité pour éviter le dérangement, l'identification doit par ailleurs se faire le plus rapidement possible.

Notons enfin que toutes les espèces ou individus ne sont pas nécessairement identifiables en hiver, et qu'il faut parfois s'arrêter au genre ou simplement à l'appellation « *Chiroptère sp.* ».

Pour se guider, il existe plusieurs clés de détermination des Chiroptères spécifiques à la période hivernale, accessibles et téléchargeables directement sur le net.

À titre d'information, voici deux clés disponibles et bien réalisées (qui ne concernent cependant pas les espèces méditerranéennes) :

- « Clé de détermination des chauves-souris en Bretagne en période hivernale, GMB », accessible à l'adresse suivante : www.gmb.asso.fr/PDF/CleDeterminChssBretagne.pdf
- « Mémo pour la détermination des chauves-souris en hiver, *Plecotus* », accessible à l'adresse suivante : www.natagora.be/fileadmin/Plecotus/Documentation/Memo3.pdf

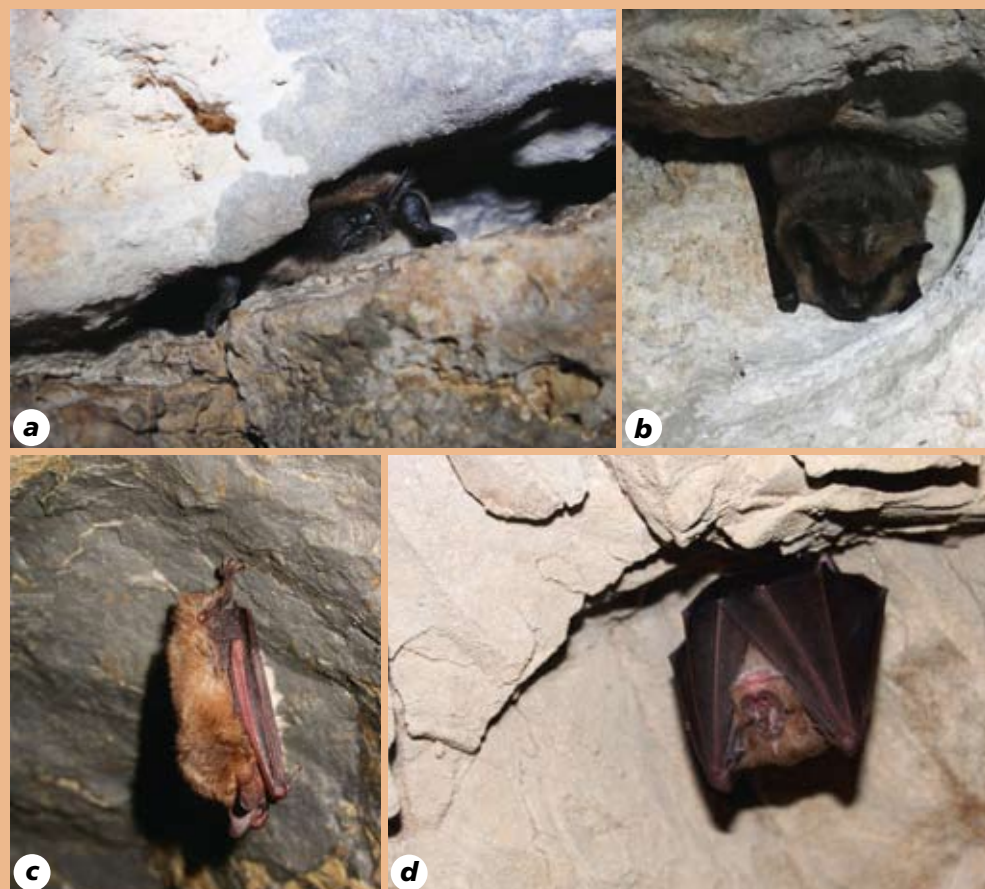


Photo 6 : Quatre exemples d'espèces de chauves-souris. **a** - Vespere en fissure, **b** - Séroline commune en anfractuosités, **c** - Murin à oreilles échancrées et **d** - Grand Rhinolophe en hibernation.

Rappel des précautions

Précautions vis-à-vis Chiroptères

En raison de la sensibilité particulière des Chiroptères en période d'hibernation, il faut impérativement appliquer les recommandations suivantes :

- Laisser l'organisme se refroidir avant de pénétrer dans la grotte : la chaleur humaine est détectée par les Chiroptères et les force au réveil.
- Effectuer une marche et des gestes lents et penser à repartir aussi calmement que l'on est arrivé.
- Ne pas éclairer directement les animaux et tamiser sa lumière au moyen d'un chiffon ou de la main.
- Utiliser des lampes qui ne chauffent pas (LED) pour éclairer les animaux.
- Ne pas parler fort, ni crier.
- Ne pas toucher les Chiroptères.
- Ne jamais passer directement sous la colonie.
- Regarder où l'on marche pour éviter les craquements secs.
- Éviter de porter des vêtements imperméables dont le frottement émet beaucoup d'ultrasons.
- Ne pas rester trop longtemps à proximité des animaux en léthargie.

Précautions vis-à-vis des autres espèces

Il est possible de rencontrer sous terre divers animaux (insectes, mammifères cf. photo 7), potentiellement dangereux s'ils se trouvent acculés ou sont blessés. La prudence reste donc de mise lors des progressions souterraines... Une trousse de secours adaptée permettra de faire face à d'éventuelles morsures ou piqûres.

Prendre la météo avant de partir

Certains réseaux peuvent se mettre en eaux rapidement suite à des épisodes pluvieux ou en période de crues. En cas de pluie, renoncer également à visiter les sites délicats d'accès pour se reporter sur ceux ne présentant pas de difficultés.

Évitez de se perdre

En l'absence de topographie disponible, se repérer sous terre nécessite de prendre régulièrement des points de repères (les plus caractéristiques possibles) et de se retourner fréquemment pour bien visualiser le trajet du retour.

Attention aux chutes...

- En marchant : porter de bonnes chaussures et progresser précautionneusement.
- De hauteur : en cas de passages verticaux, prévoir une personne compétente pour équiper en corde.
- De pierres : porter un casque de spéléologie valide (datant de moins de cinq ans) et repérer les trémies qui pourraient être instables.

Anticipez sur les problèmes de santé et de matériel

Pour prévenir toute défaillance physique, travailler toujours par deux et connaître, si possible, les gestes de premiers secours. Outre une trousse de secours, emportez systématiquement de l'eau et de la nourriture avec vous, même pour une courte visite. Bien informer de votre sortie et l'inscrire au tableau des sorties.

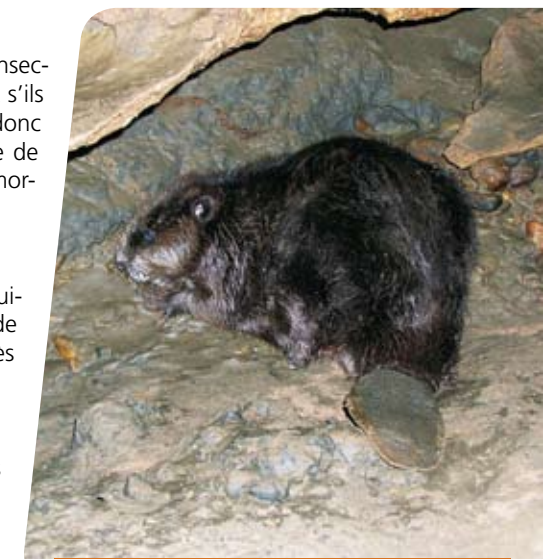


Photo 7 : Le Castor d'Europe, un occupant original des résurgences du Gardon en période d'à-sec.

Au niveau du matériel, utiliser des EPI* entretenus et contrôlés et prévoir des accumulateurs et des systèmes d'éclairage de secours. Maîtriser (ou se former) aux techniques de réchappe qui permettent de subvenir à un manque de matériel (en cas de casse ou de perte) et de venir en aide à un coéquipier sur corde.

Prospections par salarié et par équipes

Bien que ces deux méthodes obéissent au même protocole, il est possible de pointer plusieurs différences dans leurs mises en œuvre. À ce titre, le tableau 1 ci-dessous présente les avantages et inconvénients des prospections par équipes par rapport aux prospections salariées.

Tableau 1 : Comparaison des prospections par équipes par rapport aux prospections salariées.

Avantages	Inconvénients
Simultanéité des suivis Les prospections par équipes permettent de mener un effort de prospection important sur une courte durée, palliant de fait au biais du déplacement d'animaux durant l'hiver.	Coût Bien que les participants soient bénévoles, la prise en charge des repas du midi et d'un hébergement sont une charge financière à prendre en compte.
Sensibilisation des participants La mobilisation de nombreux participants bénévoles est l'occasion d'une sensibilisation efficace sur la biologie des Chiroptères et leur sensibilité en période hivernale.	Logistique L'organisation de prospections par équipe nécessite d'avoir suffisamment de matériel disponible (voitures, casques de spéléologie, GPS...).
Échanges d'expériences Les participants bénévoles réunissent souvent des compétences diverses liées au milieu souterrain (spéléologues, naturalistes, gestionnaires) propices aux échanges d'expériences.	Temps d'organisation Les chefs d'équipes doivent parfois réaliser des repérages préalables des sites à visiter. L'organisation du calendrier de prospection et l'inscription des participants apparaît chronophage.

Les prospections par enregistreurs automatiques d'ultrasons

Problématique

Les enregistreurs automatiques d'ultrasons AnaBat™ ont été utilisés en prospection hivernale dans l'idée d'optimiser le temps de prospection.

En période hivernale, la faible activité des Chiroptères dans les gîtes (individus en léthargie) interrogeait sur l'efficacité de l'AnaBat™ pour caractériser la présence d'individus dans les cavités. Le climat méditerranéen des deux secteurs d'étude était quant à lui susceptible de réduire les périodes d'hibernation des Chiroptères voire de permettre des réveils temporaires des individus au cours de la période d'hibernation.

Pour répondre à ces questions, l'AnaBat™ a été utilisé lors du premier hiver du programme aux périodes de pré et post-hibernation (1^{er} novembre – 15 décembre 2010 et 15 février – 31 mars 2011), lorsque les Chiroptères rejoignent ou quittent les gîtes d'hibernation et sont partiellement actifs.

Parallèlement, une grotte test sur chacun des secteurs d'étude a été équipée aux mois les plus froids (janvier et février) afin de mesurer l'efficacité de l'AnaBat™ à cette période sur des colonies connues.

Suite aux conclusions tirées de l'étude des grottes tests, l'utilisation des AnaBat™ en prospection a par la suite été étendue sur l'ensemble de la saison hivernale, de novembre à mars.

Déroulement des prospections par AnaBat™

Afin d'optimiser les différentes techniques de prospection, les sites à prospecter par AnaBat™ ont préalablement été identifiés en fonction de plusieurs critères :

- ✎ Le potentiel de la cavité pour l'hibernation des chauves-souris (en fonction des éléments topographiques connus).
- ✎ La faible fréquentation par le public (afin d'éviter les risques de vol d'AnaBat™).
- ✎ Le nombre d'entrées limitées (chaque entrée devant être équipée d'un enregistreur, les sites présentant trop d'ouvertures ne pouvaient pas techniquement être prospectés à l'AnaBat™).
- ✎ Les risques associés aux visites : certains sites présentent des difficultés d'accès ou des risques spécifiques (présence de gaz, instabilité) qui en compliquent la visite. Ces sites ont prioritairement été équipés d'AnaBat™.

Au niveau de la mise en œuvre, le protocole de prospection par AnaBat™ prévoyait initialement de placer l'appareil durant quatre nuits consécutives à l'entrée (ou aux entrées) du site à étudier.

Dès le second hiver du programme, avec l'expérience issue des grottes tests, ce temps de pose a été allongé de 4 à 8 nuits (cf. section « résultats de sites témoins »).

Lorsque les sites étaient accessibles, l'AnaBat™ était placé en intérieur à quelques mètres de l'entrée. Dans le cas contraire, il était installé devant l'entrée, à moins d'un mètre à l'extérieur. Dans les deux cas, le micro était dirigé vers l'intérieur de la cavité (pour limiter les sons parasites « pluie, vent » et les signaux de chauves-souris potentiellement en activité à l'extérieur de la cavité), avec un gain réglé sur 6.

Par la suite, les fichiers sonores enregistrés étaient analysés sur ordinateur, avec le logiciel Analook, pour connaître les espèces contactées. À noter que l'identification des signaux du genre *Myotis* est délicate et s'est limitée au genre dans l'analyse.

Le matériel utilisé pour les prospections par AnaBat™ se composait de :

- Un ou plusieurs AnaBat™ (en fonction du nombre d'entrées de la grotte à prospecter).
- Un cache-AnaBat™, pour les cavités fréquentées par le public.
- GPS et boussole, lampe frontale.
- Fiche standard de pose des AnaBat™ et stylo.

Rappel des précautions

Pour pouvoir garantir une autonomie suffisante dans des conditions de froid, Les AnaBat™ doivent être alimentés par une batterie externe. L'expérience du LIFE+ CHIRO MED montre que l'alimentation peut se rompre facilement, tant au niveau du porte fusible que de la connexion extérieure de l'appareil. L'humidité liée à la condensation qui se forme en entrée de grotte peut entraîner une rupture d'alimentation sur la connectique externe de l'appareil (court-circuit), voir engendrer de la rouille sur le micro, le rendant inopérant.

Les risques de vandalisme sont élevés sur certains sites. Veiller à bien dissimuler les AnaBat™ à l'aide de cache-AnaBat™ ou en utilisant les possibilités du site (cf. photo 8). Informer également de la nature de l'installation en fixant une note d'explication à l'AnaBat™.



Photo 8 : Exemples de dissimulation de l'AnaBat™ en fonction des matériaux utilisables sur sites.

Classification des données

Les informations collectées à l'issue d'une campagne de prospection de cavités sont nombreuses et de différentes natures.

Les données relatives aux Chiroptères sont habituellement regroupées dans une base de données informatique de type Excel ou Access (pour Microsoft, cf. figure 5), qui doit renseigner plusieurs champs :

- La situation du gîte : indiquer à minima le nom et le positionnement GPS du gîte ainsi que le département et la commune où se trouve la cavité.
- Le type de gîte : il s'agit de caractériser l'utilisation du gîte par les Chiroptères en fonction de leur cycle biologique, sachant qu'une prospection hivernale fera principalement ressortir les gîtes d'hibernation...
- Les données relatives aux espèces de Chiroptères : préciser les effectifs par espèces contactées et la nature du contact (visuel et/ou acoustique). En cas de prospection par AnaBat™, préciser le nombre de séquences obtenus par espèces (ou par genre pour les *Myotis*).
- La date de visite et le nom des visiteurs.

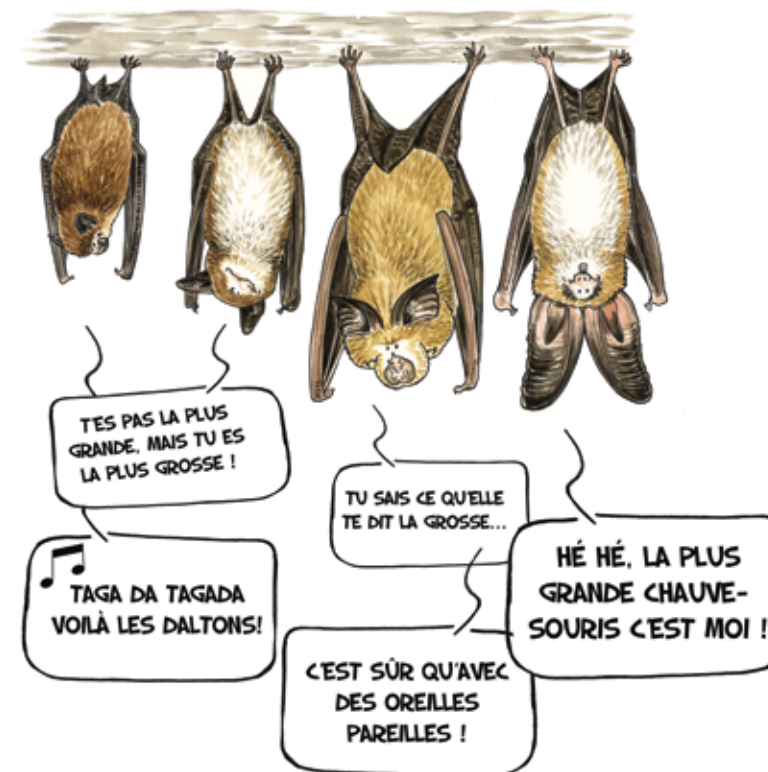


Figure 5 : Exemple de base de données cavités sur Microsoft Access.

À noter que les enregistrements par AnaBat™ génèrent des fichiers sonores relativement lourds qui nécessitent plusieurs Méga octets de mémoire informatique pour être conservés.

Au-delà des données Chiroptères, l'ensemble des informations collectées sur les sites souterrains mérite d'être conservé par le biais de champs supplémentaires, en vue d'une réutilisation ultérieure par les gestionnaires :

- Propriétaires des sites souterrains : conserver le nom des propriétaires des sites prospectés (et des gestionnaires le cas échéant) pour faciliter la prise de contact et les demandes d'autorisations futures.
- Limites d'accès au site : indiquer les contraintes qui peuvent limiter l'accès à certains sites dans le temps en fonction de différents enjeux (présence d'espèces protégées, autorisations particulières nécessaires, risques naturelles).
- Matériel nécessaire : définir rapidement le matériel de progression spécifique nécessaire à la visite du site (EPI, longueur de corde, nombre d'amarrages). Préciser également dans ce champ les moyens à mettre en œuvre pour accéder jusqu'au site (embarcation pour les cavités accessibles par voie d'eau, longueur de corde pour les grottes s'ouvrant en falaise, ...).
- Sensibilité du site : Préciser dans ce champs s'il existe des enjeux patrimoniaux connus (naturels, archéologiques) et des préconisations particulières à respecter lors des visites.



Sites témoins

L'équipement des sites témoins prévoyait la pose d'un AnaBat™ à l'entrée du gîte durant tout l'hiver, couplé à un AnaBat™ placé en cœur de cavité aux mois les plus froids (janvier et février). Ce protocole visait à comparer les signaux enregistrés en entrée de cavité avec ceux produits au cœur du gîte d'hibernation, et à mieux connaître les phases de réveil et de léthargie hivernale du Grand Rhinolophe en région méditerranéenne.

Les données acquises sur ces grottes tests ont permis de faire ressortir plusieurs conclusions :

- Placé à l'entrée ou au cœur du site, l'AnaBat™ permet de détecter la présence des espèces cibles durant tout l'hiver.
- Cependant, sur plusieurs périodes d'une durée de trois à sept jours, le Grand Rhinolophe est resté indétectable à l'entrée du site, alors qu'il était actif au cœur de la cavité.
- L'activité des grands rhinolophes au cœur et à l'entrée des cavités tests ne dépend pas de la température minimale extérieure et l'espèce peut rester active jusqu'à l'entrée par des températures inférieures à 0°C.

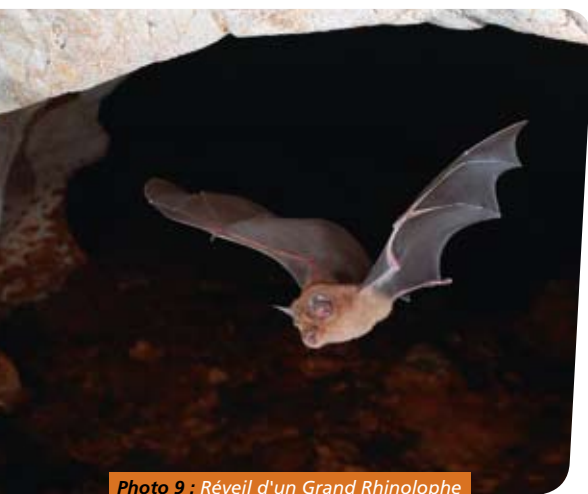


Photo 9 : Réveil d'un Grand Rhinolophe pendant la période d'hibernation.

Concernant l'emplacement de l'AnaBat™, bien qu'un appareil placé en cœur de site permette de caractériser plus efficacement la présence de Chiroptères qu'un appareil placé à l'entrée (nombre de contacts, régularité), cet avantage est contrarié par un temps d'installation plus long (nécessité de connaître le réseau, accès) et reste tributaire de la pénétrabilité du site par l'Homme (plusieurs sites des Alpilles n'auraient ainsi pas pu être équipés par cette méthode).



Sites prospectés

La comparaison des résultats relevés par enregistreurs d'ultrasons et ceux obtenus lors des visites de sites montrent que la corrélation entre ces deux techniques de prospection est loin d'être linéaire et que différents cas de figure peuvent être observés :

L'AnaBat™ n'a pas enregistré d'ultrasons mais la visite de site a permis de contacter les espèces cibles

Ce cas de figure a été constaté principalement lors du premier hiver de prospection. En lien avec l'expérience tirée des grottes tests, il semblerait que ce soit la durée de pose trop réduite lors du premier exercice qui explique ce résultat.

Une autre explication concerne les sites dont l'ensemble des entrées n'a pas pu être équipé d'AnaBat™. Les Chiroptères étaient donc susceptibles d'emprunter d'autres passages, ce qui souligne la nécessité de « verrouiller » toutes les entrées des sites à prospecter avec des enregistreurs pour éviter ce genre de déconvenue.

Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ mais pas lors de la visite de site

Ce phénomène trouve plusieurs explications. La première concerne la difficulté de réaliser des comptages visuels exhaustifs dans des réseaux souterrains complexes, présentant des zones refuges pour les Chiroptères inaccessibles à l'Homme. De plus, le nombre de contacts obtenus sur les cavités reste modeste, ce qui laisse à penser que les effectifs sont de l'ordre de quelques individus.

Par ailleurs, certains signaux pourraient être émis par des animaux de passage et non par des animaux utilisant le gîte en hibernation. Enfin, les individus ont également pu se déplacer d'un gîte à un autre entre la période d'enregistrement et la période de visite, parfois séparée de plusieurs semaines. Ce dernier point montre l'importance de limiter l'intervalle de temps entre la récupération des enregistreurs et la visite du site.

Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ mais la visite de site n'a pas été possible

Plusieurs sites n'ont pas pu être visités en raison de leur inaccessibilité à l'Homme (étroitesse des réseaux, cf. photo 10) ou de dangers spécifiques (présence de gaz, instabilité). Sur ces sites, l'utilisation de l'AnaBat™ a permis d'obtenir des informations (présence ou absence des espèces cibles) qui, bien que partielles, n'auraient pas pu être acquises autrement.



Photo 10 : Certains sites difficilement accessibles à l'Homme méritent d'être équipés par AnaBat™.

Les espèces cibles ont été contactées par AnaBat™ et lors de la visite de site

Ce dernier cas de figure est majoritaire sur les grottes testées à l'AnaBat™ et témoigne d'une concordance relative entre les deux techniques de prospections. L'estimation des effectifs présents à partir du seul volume de signaux enregistrés se révèle quant à elle parfaitement illusoire : il n'existe aucune corrélation directe entre le nombre de signaux totaux enregistrés et les effectifs comptabilisés lors des visites.

Pour aller plus loin, il est possible de dresser des graphiques de phénologie (cf. figures 6 et 7) des signaux enregistrés par tranche horaire qui apporte une vision plus fine de l'activité des grands rhinolophes aux entrées des différents sites.

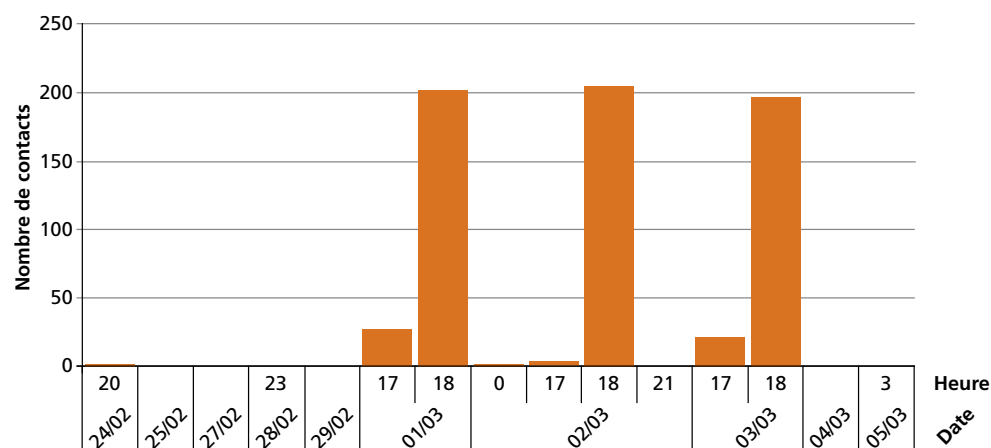


Figure 6 : Phénologie sur l'Aven X (note : 1 individu de Grand Rhinolophe). Répartition des contacts du 14 février au 05 mars 2012.

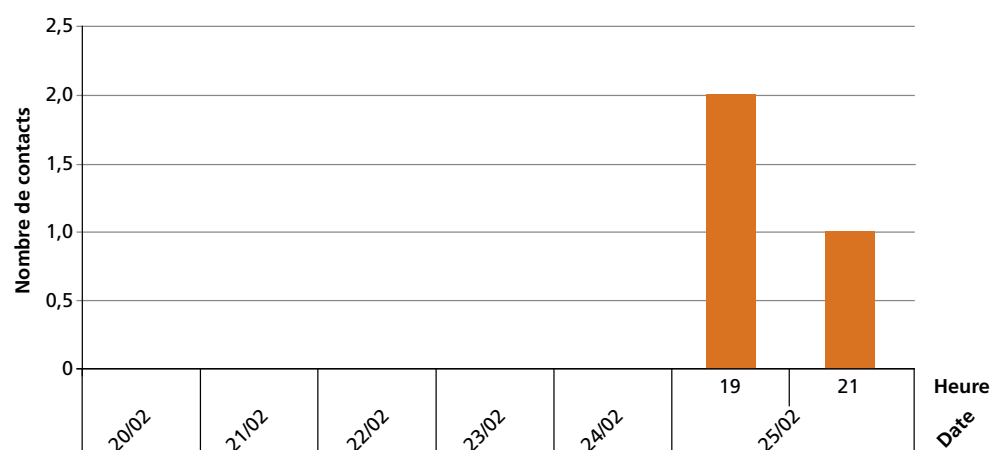


Figure 7 : Phénologie sur l'Aven Y (note : 17 individus de Grand Rhinolophe). Répartition des contacts du 20 au 25 février au 05 mars 2012.

À partir de ces représentations graphiques (en relation avec les populations contactées visuellement), il est possible de pointer plusieurs facteurs susceptibles d'améliorer l'estimation des populations hibernantes de grands rhinolophes à partir des enregistrements ultrasonores obtenus.

Nombre de signaux en rentrée de gîte

De manière générale, on note un écart important entre le nombre de contacts obtenus en début de nuit (sortie de gîte) et en rentrée de gîte (ARTHUR & LEMAIRE 2009). Ce résultat témoigne de la temporisation du Grand Rhinolophe lors de ses sorties (prudence, activité de chasse à l'intérieur du gîte, comportements sociaux entre plusieurs individus éveillés) alors que les rentrées sont directes et rapides. À ce titre, la prise en compte des signaux de retour de chasse apparaissent nettement plus pertinents pour estimer les populations fréquentant chaque gîte.

À titre d'exemple, le graphique relatif à l'Aven de X est particulièrement explicite : pour un seul Grand Rhinolophe comptabilisé, celui-ci est resté audible au détecteur pendant plus de 30 minutes dans l'Aven, avant de sortir chasser (d'où 200 contacts en moyenne en début de nuit). Les signaux de rentrée sont eux de l'ordre de 1 à 2 contacts, et traduisent mieux la réalité d'occupation. Concernant les sites accueillant plusieurs individus, les résultats de rentrée de gîte donnent pour leur part des dénombrements inférieurs aux inventaires faits lors des visites, les grands rhinolophes n'étant pas tous actifs simultanément.

Durée et régularité des contacts en début de nuit

Parallèlement au nombre de signaux enregistrés en rentrée de gîte, la période sur laquelle se concentrent les signaux de sortie peut permettre d'affiner l'estimation des populations hibernantes. Dans le cas de l'Aven de X, on remarque que plus de 90% des contacts de sortie ont été enregistrés entre 18 et 19 heures. Outre la remarquable régularité dans les horaires de sortie des grands rhinolophes sur ce site, ce résultat montre un temps moyen de sortie limité (31 minutes de contacts en moyenne). De plus, l'enregistrement de signaux était régulier et quasi-continu sur cette plage de sortie, ce qui tend à montrer qu'il s'agissait d'un seul et même individu. Par extension, des signaux de sortie enregistrés sur plusieurs heures et comportant des phases de vide sonore auraient tendance à incriminer plusieurs individus, se réveillant à tour de rôle et opérant des sorties décalées. L'estimation du nombre d'individus sur ces types de signaux reste cependant très délicat, ce facteur permettant principalement de différencier les sites accueillant un seul individu de ceux abritant une population plus importante.

Durée d'inactivité en saison froide

Si les grands rhinolophes ont la capacité de se réveiller ponctuellement en période d'hibernation pour chasser, ce potentiel apparaît limité pour chaque individu. À ce titre, un site accueillant peu d'individus devrait statistiquement présenter des phases d'inactivité supérieures à un site accueillant une colonie, les grands rhinolophes n'étant pas nécessairement éveillés simultanément.

Ce principe n'apparaît toutefois pas linéaire et des colonies de plusieurs dizaines d'individus peuvent rester indétectables à l'entrée durant 5 jours consécutifs (exemple de l'Aven Y). Par opposition, un seul Grand Rhinolophe peut rester actif 6 jours sur 10 jours d'équipement AnaBat™, avec une période d'inactivité continue maximale de 2 jours.

LE LIFE+ CHIRO MED

en chiffres

Sur les Alpilles, les visites de cavités ont été réalisées durant les deux premiers hivers du programme (2010 et 2011) par deux salariés du GCP.

Dans les gorges du Gardon, elles ont été effectuées sur les trois hivers du programme par deux agents du SMGG, à quoi s'ajoutent deux sessions de prospections par équipes (cinq équipes sur cinq jours chaque fois), organisées en janvier 2011 et 2012.

L'ensemble des prospections par visites de sites, et plus particulièrement les prospections par équipes, a bénéficié de la participation active de nombreuses personnes ressources et de bénévoles (spéléologues, naturalistes, gestionnaires, locaux). Les participants aux prospections par équipes (40 personnes) ont reçu une formation en début de chaque session sur l'identification des Chiroptères en léthargie et sur les précautions à respecter lors des visites de gîtes.

Dans les Alpilles, le Grand Rhinolophe est la seule espèce de Chiroptères à avoir été contactée durant les prospections de terrain. L'espèce était présente dans 5 des 39 sites visités, mais seules 2 cavités abritaient plusieurs individus en hibernation.

Dans les gorges du Gardon, 240 sites ont été visités et ont permis de contacter 191 chauves-souris appartenant à plus de 10 espèces différentes. La proportion de sites occupés par des Chiroptères en hiver est d'environ 25%, mais moins d'une grotte sur 10 abritaient du Grand Rhinolophe, soit 22 sites en tout. Parmi ceux-ci, 5 sites accueillait plusieurs grands rhinolophes en hibernation.

- Spécificités individuelles des grands rhinolophes : en fonction de leur âge, leur sexe et de leur expérience, les grands rhinolophes n'entrent pas tous en hibernation avec les mêmes quantités de réserve de graisse. Ce facteur peut influencer sur les phases de réveil et forcer certains individus à se mettre en chasse lorsque d'autres continueront leur léthargie.
- Périodes d'installation des AnaBat™ : les AnaBat™ ont été utilisés en prospection sur l'ensemble de la période hivernale (de novembre à mars). Or, les phases de réveil des animaux sont vraisemblablement différentes au cœur de l'hiver (janvier –février) et en entrée et sortie d'hibernation.



Évaluation des méthodes de prospections

Concernant l'évaluation des prospections par AnaBat™, les résultats obtenus par cette technique de prospection font ressortir plusieurs limites.

La première concerne les dysfonctionnements non négligeables de l'appareil lorsque celui-ci est utilisé sur une longue période.

La seconde limite pointée concerne la difficulté d'extrapolation du nombre d'individus hibernants à partir des données sonores obtenues à l'AnaBat™. Si l'appareil permet de caractériser la présence ou l'absence de Grand Rhinolophe, la quantification précise des effectifs nécessite bien souvent la visite ultérieure du site. À ce titre, le temps nécessaire aux prospections par AnaBat™ apparaît plus long que des prospections directes par visites de sites.

L'utilisation des AnaBat™ pour la réalisation de prospections hivernales est également limitée en termes de zone bioclimatique à étudier et des espèces visées. Les réalisations du LIFE+ CHIRO MED concernent de fait le Grand Rhinolophe en zone méditerranéenne, et ne sont pas nécessairement extrapolables à d'autres climats ou à d'autres espèces. Sur la zone d'étude, les résultats obtenus montrent que certaines espèces (le Murin à oreilles échancrées par exemple) sont peu sujettes aux réveils en période d'hibernation et restent ainsi indétectables aux entrées avec l'AnaBat™.

Malgré ces limites, l'utilisation de l'AnaBat™ en période d'hibernation des chauves-souris peut néanmoins se justifier et apporter une plus value dans certains cas.

Il peut ainsi permettre d'estimer la pertinence de réaliser une visite de site dans un réseau très étendu en apportant des informations préalables sur la présence de Chiroptères et l'ordre de grandeur de la population qui occupe le site. L'expérience du programme montre qu'il est possible de différencier à partir des enregistrements sonores un site accueillant un ou deux individus d'un site accueillant un groupe d'individus, conclusion utile dans un grand réseau où les comptages visuels sont délicats lorsque les populations sont très limitées.

Enfin, dans le cas d'un réseau inaccessible ou trop dangereux pour être visité, l'utilisation d'AnaBat™ aux entrées apparaît comme une méthode permettant d'obtenir tout de même des informations sur la fréquentation hivernale de Chiroptères.

Les deux méthodes peuvent donc se révéler particulièrement complémentaires sur certains réseaux étendus ou difficiles d'accès.

Les limites de comparaison entre sites

Plusieurs limites sont à pointer concernant la comparaison des résultats AnaBat™ obtenus sur les différents sites :

- Dysfonctionnement de l'AnaBat™ : sur les Alpilles comme dans les gorges du Gardon, les AnaBat™ ont connu plusieurs problèmes techniques qui ont entraînés l'arrêt des appareils. À ce titre, la durée des collectes de signaux sonores est variable suivant les sites, ce qui ne favorise pas la comparaison des résultats obtenus.
- Spécificités des sites prospectés : chaque site souterrain présente des spécificités qui lui sont propres (longueur de réseau, couverture végétale à l'entrée, forme de l'entrée...). Le comportement des animaux à l'entrée du gîte peut être en partie lié à ces spécificités. Par exemple, le temps de sortie du Grand Rhinolophe sur les sites à entrée horizontale avec une couverture végétale importante était systématiquement plus rapide que sur les sites avec une entrée en puits vertical sans couverture végétale périphérique. De même, un site abritant une entomofaune cavernicole abondante pourra servir ponctuellement de lieu de chasse hivernal, quand un autre site, plus pauvre, conduira les grands rhinolophes à sortir pour chasser.

Les suites à donner après une campagne de prospections

En fonction des résultats obtenus en prospection hivernale, plusieurs suites peuvent être envisagées sur les cavités visitées.

Tout d'abord, certaines cavités peuvent présenter des traces de présence importantes et récentes de Chiroptères (guano frais, traces d'urines, cf. photo 11) alors qu'aucun individu n'a été observé en prospection hivernale. Ce résultat laisse à penser que les sites incriminés sont impropres à l'hibernation mais qu'ils sont utilisés en période d'activité. Sur ces sites, il est nécessaire de prévoir une ou plusieurs visites complémentaires en période d'activité, pour situer la période de présence des Chiroptères, recenser les effectifs des différentes espèces et caractériser la nature exacte du gîte (transit, reproduction).



Photo 11 : Traces d'urine de Chiroptères au plafond d'une cavité.

Concernant les gîtes d'hibernation identifiés durant les prospections, il convient d'assurer un suivi annuel des populations de Chiroptères en période hivernale, pour mesurer l'évolution des effectifs et apprécier l'état de conservation des colonies. En parallèle, suivant les indices de présence recensés, il peut être intéressant de contrôler ces gîtes en période d'activité pour vérifier s'ils abritent des colonies de Chiroptères à d'autres saisons.

Enfin, certains gîtes peuvent présenter des enjeux de conservation important pour plusieurs espèces de Chiroptères et nécessiter des mesures de protection spécifiques (MITCHELL-JONES *et al.* 2007 et SFEPM 2008).

Le degré de protection à assurer sur les gîtes s'établit en fonction de plusieurs facteurs :

- Le niveau de menaces pesant sur les colonies : identifier les menaces susceptibles de nuire au bon déroulement de l'hibernation ou des autres périodes de présence des Chiroptères. Les mesures de protection entreprises par la suite viseront directement à neutraliser ces menaces.
- L'importance du gîte pour la conservation des Chiroptères : celle-ci se définit en fonction de la rareté des espèces présentes, leurs effectifs et l'utilisation qu'elles ont du gîte (hibernation, reproduction, transit, accouplement), certaines saisons apparaissant particulièrement sensibles dans la biologie des Chiroptères.

À partir de ce diagnostic, plusieurs types de protections peuvent être envisagés sur les gîtes clefs identifiés :

- Protections réglementaires : la mise en place d'Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotopes et de Réserves Naturelles sur certains gîtes permettent de fixer une réglementation spécifique pour assurer la conservation des Chiroptères en fonction des enjeux identifiés. Il peut s'agir d'interdire d'accès au gîte en entier ou une partie du réseau où se réfugient les animaux, de manière temporaire ou permanente, suivant les périodes de présence des Chiroptères.
- Protections physiques : ces protections visent à empêcher physiquement l'accès aux gîtes aux humains en permettant le passage des Chiroptères. Là encore, l'interdiction d'accès peut être permanente ou temporaire. Les modèles de fermeture physique de cavités habituellement utilisés sont constitués de grilles à barreaux horizontaux (cf. photo 12). Toutefois, certaines espèces réagissent négativement à la présence de grilles et requièrent une fermeture du gîte par l'installation d'un périmètre de protection grillagé situé à plusieurs mètres des entrées (cf. photo 13 et encart page 34).



Colonie de rhinolophes euryales.

M. Picard



Photo 12 : Exemple de grille à barreaux condamnant l'accès à la cavité.



Photo 13 : Exemple de périmètre grillagé entourant les accès aux cavités.

Chaque mise en protection d'un gîte à Chiroptères est spécifique et les modalités de fermeture doivent être soigneusement étudiées au préalable pour garantir la réussite de l'opération vis-à-vis des Chiroptères. La fermeture d'un gîte doit en outre bénéficier de l'accord du propriétaire et peut générer des conflits d'usages avec les utilisateurs du milieu souterrains (spéléologues, archéologues, géologues) si ceux-ci ne sont pas intégrés au plus tôt à la démarche de protection.

Exemple de fermeture d'un gîte à Chiroptères

Dans les gorges du Gardon, le programme LIFE+ CHIRO MED prévoyait la mise en protection physique d'un gîte d'hibernation de grands rhinolophes, qui présentait plusieurs contraintes spécifiques :

- Une contrainte paysagère forte : l'environnement paysager remarquable et la situation géographique de la cavité en bordure de canyon impliquaient une contrainte forte au titre de la protection des paysages (Site Classé). L'installation d'un périmètre grillagé conventionnel à plus de 5 m de l'entrée aurait nécessité un défrichage et n'était pas acceptable vis-à-vis de la contrainte paysagère.
- Une contrainte liée à la présence de certaines espèces : en plus de l'hibernation de grands rhinolophes, le site concerné accueille du Minioptère de Schreibers en transit de printemps et d'automne et du Rhinolophe euryale en mise-bas, espèces ne supportant pas les grilles à barreaux horizontaux (MOESCHLERE *et al.* 2009) à l'entrée de leurs gîtes (en période de gestation et d'élevage des jeunes pour l'Euryale).

Afin de limiter l'impact paysager de la protection physique et de permettre le passage des espèces récalcitrantes aux grilles, une étude a été réalisée sur site à l'automne 2010 pour étudier le comportement du Minioptère de Schreibers en sortie de gîte et son acceptation face à un périmètre grillagé situé au plus proche de l'entrée de la grotte.

Pour ce faire, une première soirée a été consacrée à l'observation du comportement habituel (sans protection) des espèces en sortie de gîte (sortie en lucarne, rasant, montant, durée des sorties...) à l'aide d'une caméra thermique (cf. guide technique n°6 « Techniques d'imagerie au service de la conservation ») et de détecteurs ultrasons.

Le lendemain, un périmètre temporaire en rubalise (pour éviter les blessures en cas de collisions) a été installé à l'entrée du gîte pour une durée d'une semaine (cf. photo 14). Durant cette période, trois soirées d'observations ont été organisées en sortie de gîte afin de vérifier le comportement des Minioptères face à cet obstacle (durée des sorties, nombre de collisions,...) et d'évaluer l'habituation des espèces à l'aménagement.

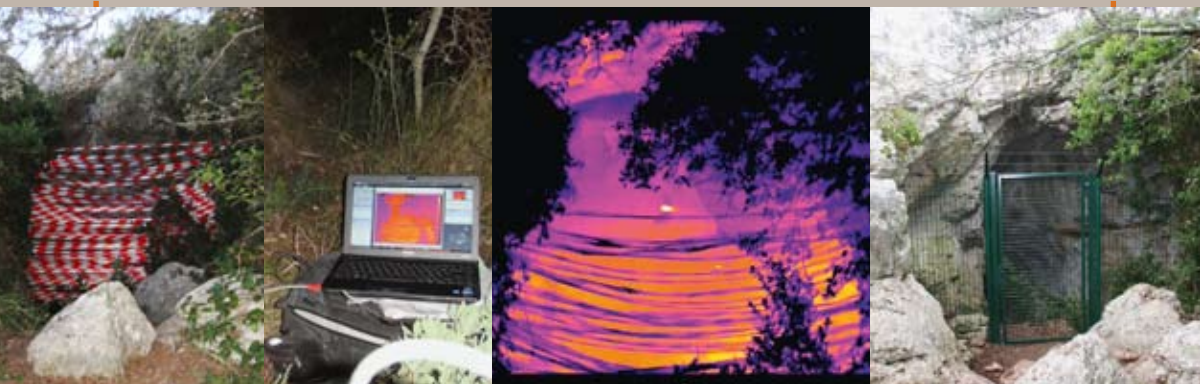
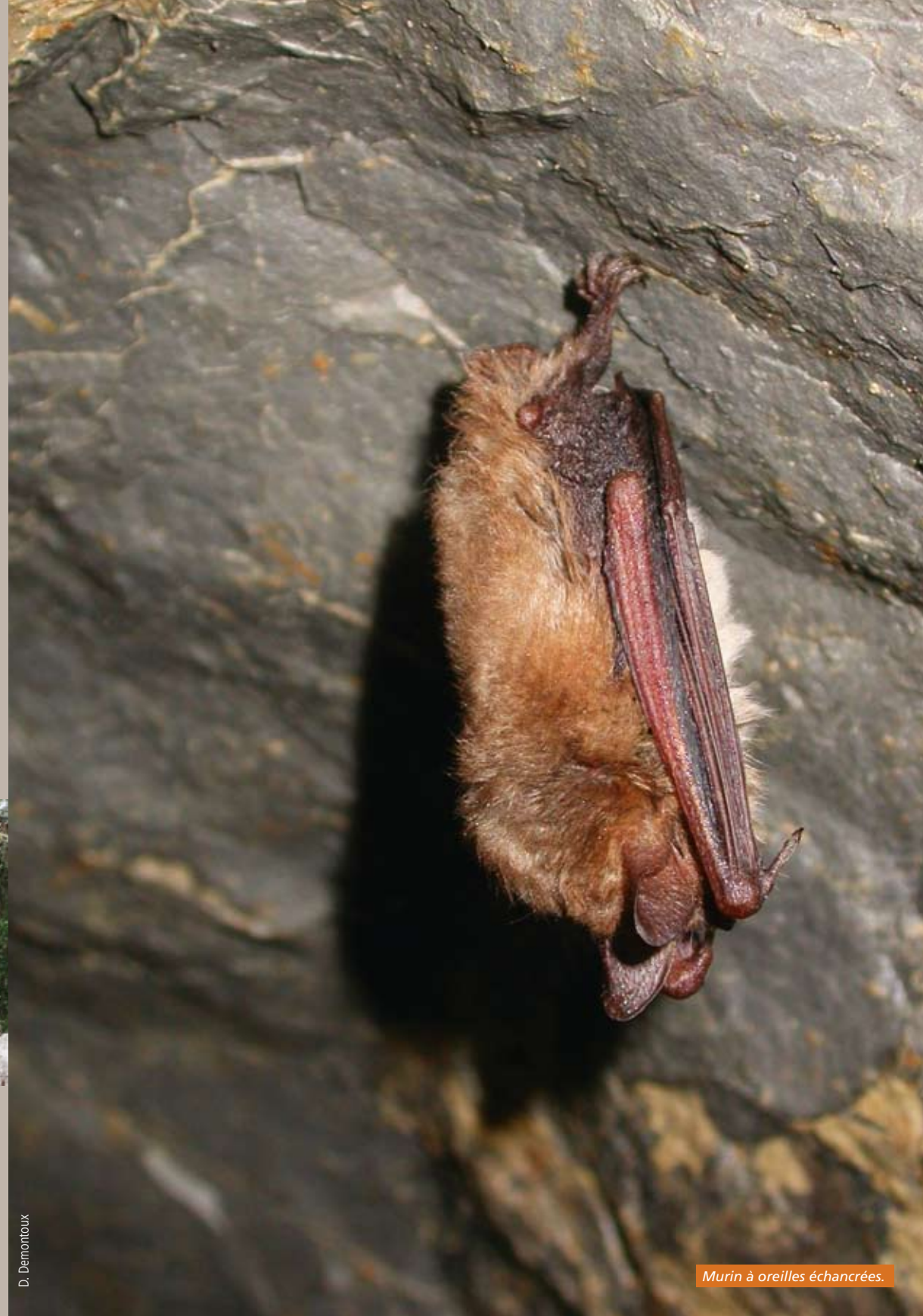


Photo 14 : Les différentes étapes de l'action de protection de la cavité.

Les conclusions de cette étude font ressortir une habituation satisfaisante des Minioptères de Schreibers à la protection envisagée, avec une disparition des collisions à l'issue de la semaine d'étude. À ce titre, le même périmètre temporaire en rubalise a été installé une semaine avant la réalisation des travaux définitifs à l'automne 2012, pour permettre aux animaux de s'habituer à l'obstacle avant l'installation du périmètre grillagé.



Abiotique : En Écologie, se dit d'un facteur écologique indépendant des êtres vivants.

Biodiversité : Désigne la diversité des êtres vivants. Cette diversité s'exprime et joue un rôle à tous les niveaux d'organisation de la vie : la diversité des espèces, la diversité au sein d'une espèce, entre les individus qui la constituent à un instant donné, la diversité écologique, celle d'associations d'espèces dans un milieu donné. (source : stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020).

Variabilité des organismes vivants de toute origine compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celles des écosystèmes (source : convention sur la diversité biologique).

Diversité des organismes vivants, qui s'apprécie en considérant la diversité des espèces, celle des gènes de chaque espèce, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes. Le maintien de la biodiversité est une composante essentielle du développement durable. (source : Vocabulaire de l'environnement paru au JORF du 12 avril 2009).

Directive Habitats Faune Flore (directive 92/43/CEE du 21 mai 1992) : Un règlement pris par l'Union européenne visant à maintenir la diversité biologique des États membres par la conservation des espaces naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire. Le réseau Natura 2000 rassemble ces sites d'intérêt communautaire constitués de Zones Spéciales de Conservation (ZSC) définies par la Directive Habitats et de Zones de Protection Spéciale (ZPS) définies par la Directive Oiseaux (Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979). L'annexe II DH liste les espèces dont la conservation nécessite la désignation de ZSC.

Écosystème : Unité écologique fonctionnelle formée par le biotope et la biocénose, en constante interaction. (source : Vocabulaire de l'environnement paru au JORF le 4/02/ 2010).

Espèce : Unité taxonomique fondamentale dans la classification du monde vivant. Une espèce est constituée par l'ensemble des individus appartenant à des populations interfécondes échangeant librement leur pool de gènes mais qui, à l'opposé, ne se reproduisent pas avec les individus constituant les populations d'autres taxa voisins qui appartiennent au même peuplement. (source : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des Sciences de l'Environnement – François Ramade).
Espèce prioritaire : Espèce d'intérêt communautaire en danger et pour la conservation de laquelle l'Union européenne porte une responsabilité particulière, compte-tenu de l'importance d'une part de son aire de répartition naturelle comprise dans le territoire européen des États Membres. Les espèces d'intérêt communautaire prioritaires sont indiquées dans l'annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore 92/43/CEE.

EUROATS : Cet accord a pour but de protéger les 36 espèces de chauves-souris identifiées en Europe, au moyen de mesures législatives, éducatives et de conservation, ainsi qu'une coopération internationale entre les pays signataires et les autres gouvernements européens. Les Parties signataires de l'Accord EUROBATS sont engagées vers un but commun : la conservation des populations européennes de chauves-souris.

EPI (Équipement de Protection Individuelle) : Dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa sécurité ou sa santé principalement au travail.

Gîtes d'hibernation : Les chauves-souris hibernent dans des cavités naturelles ou artificielles, comme les grottes, les mines, les tunnels, les caves, les fissures d'anciennes carrières, les trous d'arbre, etc. Ces gîtes leur offrent une obscurité totale, une tranquillité absolue, une température fraîche plus ou moins stable qui les préserve du gel, une ventilation légère, et un taux d'humidité généralement proche de la saturation qui évite le dessèchement de leurs ailes.

Gîtes de reproduction : De juin à septembre, les femelles se regroupent en colonie de parturition et mettent bas leur unique petit de l'année (entre mi-juin et fin juillet). Les sites occupés par ses colonies se caractérisent par une température élevée, l'absence de courant d'air, l'absence de dérangement et une nourriture abondante aux alentours. Les sites les plus favorables sont les combles et greniers, les granges, les écuries, les fissures dans les arbres, les grottes chaudes...

Gîtes de transit : Ce sont des abris occupés par les chauves-souris plus ou moins temporairement au printemps et à l'automne. Ils sont assez variés (cabanons, granges...), mais leurs conditions ne sont pas propices à la reproduction. Leur rôle est encore peu connu, ils offrent souvent un point de chute entre les gîtes d'hiver et d'été, et abritent des effectifs très variables.

Habitat, Habitat prioritaire : Lieu où vit l'espèce et son environnement immédiat à la fois abiotique et biotique. (source : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement - François Ramade).

Un habitat naturel ou semi-naturel est un milieu qui réunit les conditions physiques ou biologiques nécessaires à l'existence d'une espèce ou d'un groupe d'espèces animales ou végétales. (source Natura 2000).

Un habitat d'espèce correspond au milieu de vie de l'espèce (zone de reproduction, zone d'alimentation, zone de chasse, etc.). Il peut comprendre plusieurs habitats naturels. (source Natura 2000).

Un habitat naturel prioritaire au sens de la Directive 92/43/CEE, est un type d'habitat en danger de disparition présent sur le territoire européen des États membres où le traité s'applique pour la conservation desquels la communauté porte une responsabilité particulière, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans ce territoire. Les types d'habitats naturels prioritaires sont indiqués dans l'annexe I de la Directive.

Hibernation : État léthargique, dû à un abaissement de la température du corps, dans lequel certains mammifères passent l'hiver.

Hygrométrie : Mesure de l'humidité de l'air. On utilise l'humidité relative, notée RH, qui est le pourcentage de la valeur maximale d'humidité dans l'air à une température donnée.

Hypogé : Qui se développe sous terre.

Karstique : Relief particulier aux régions calcaires et résultant de l'action, en grande partie souterraine, d'eaux qui dissolvent le carbonate de calcium, entraînant la formation de grottes, avens, lapiés, dolines, etc.).

L'Instrument Financier pour l'Environnement (LIFE+) : Le programme LIFE+ finance des projets qui contribuent au développement et à la mise en œuvre de la politique et du droit en matière d'environnement. Ce programme facilite notamment l'intégration des questions environnementales dans les autres politiques et, de façon plus générale, participe au développement durable.

Services rendus par les écosystèmes ou éco-systémiques : Ce sont les bienfaits directs ou indirects que l'homme retire de la nature ; ils comprennent des services de prélèvement (nourriture, eau, bois, fibre, etc.), des services de régulation (climat, inondations, maladies, déchets, pollinisation, etc.), des services d'auto-entretien (formation de sols, photosynthèse, recyclage des nutriments) et des services culturels (bénéfices récréatifs, esthétiques, spirituels).

Topographie : Technique de représentation sur un plan des formes du terrain avec les détails naturels ou artificiels qu'il porte.

Tragus : Appendice en saillie à l'intérieur de l'oreille.



Entre 2010 et 2014, Tanguy Stoecklé a réalisé le film « Une vie de Grand Rhinolophe » dans le cadre du programme LIFE+ CHIRO MED. Ce film est consacré au Grand Rhinolophe et permet de suivre une femelle et son bébé tout au long de leur vie. Vous y verrez des scènes exceptionnelles jamais filmées auparavant.





ARTHUR L. & M. LEMAIRE. 1999. *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Collection Parthénope, Éditions Biotope, Mèze et Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelles, Paris, Fr, 544 p.

EK C. & J. GODISSART. 2009. Crue du gaz carbonique dans l'air des cavités belges. *EcoKarst* (Périodique de la Commission Wallonne d'Étude et de Protection des Sites Souterrains), 76 : 1-4.

EK C. & J. GODISSART. 2013. Transfert de CO₂ dans le synclinal de Comblain-au-Pont. *EcoKarst* (Périodique de la Commission Wallonne d'Étude et de Protection des Sites Souterrains), 92 : 1-5.

LECOQ V. 2006. *Caractéristiques écologiques des rhinolophes* (Chiroptera : Rhinolophidae) dans le Parc national des Cévennes et sa périphérie. Mémoire de diplôme de l'École Pratique des Hautes Études (EPHE), Université Montpellier II, Montpellier, FR, 99 p.

MOESCHLERE P., ROUÉ S. & K. ZBINDEN. 2009. Protection des colonies de Miniophtères par fermeture des grottes : une démarche inadéquate ? *Le Rhinolophe*, 18 : 16 p.

MITCHELL-JONES T, BIHARI Z., MASING M & L. RODRIGUES. 2007. Protection et gestion des gîtes souterrains pour les Chiroptères. *Eurobats Publication Series*, 2 : 38 p.

SFEPM. (2008). *Catalogue des protections physiques mises en œuvre dans le programme LIFE-Nature « Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France » 2004 – 2008*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères (SFEPM), Bourges, FR, 28 p.
(http://www.sfepm.org/LifeChiropteres/images2/Resultats%20life/protections_physiques.pdf)

Les rapports du LIFE+ CHIRO MED sur les différentes actions sont consultables sur le site internet : www.lifechiromed.fr

Remerciements

Le Parc naturel régional de Camargue tient à remercier l'ensemble des partenaires financiers et techniques du programme LIFE+ CHIRO MED, l'ensemble des partenaires qui ont participé à la rédaction de ce guide ainsi que tous les salariés, stagiaires et bénévoles qui ont participé activement aux différentes actions du programme.

Éditions LIFE+ CHIRO MED

www.lifechiromed.fr

Coordination générale

Véronique Hénoux et Katia Lombardini
Parc naturel régional de Camargue (PNRC)

www.parc-camargue.fr

Rédaction

Thibaut Clémencet et Martin Picart
Syndicat mixte des gorges du Gardon (SMGG)

www.gorgesdugardon.fr

Véronique Hénoux
(PNRC)

Relecteurs

Emmanuel Cosson (GCP)

Sarah Fourasté (GCP)

Création graphique et mise en page

Vincent Lemoine
lemoine_v@yahoo.fr

Illustrations

Cyril Girard
www.cyrilgirard.fr

Crédits photographiques

Élodie Appessetche (photo 3) - Sophie Bernard (photo 7) - Jean-Michel Bompar (photo 9)
Daniel Demontoux (photo 6c) - Séverine Fabre (photo 2d) - Emmanuel Garnier (photo 10)
Véronique Hénoux (photos 2g, 6d, 8g) Martin Picart (photos 1,4, 5,6a et b, 8d, 11, 12, 13, 14)

Impression

Pure Impression
www.pure-impression.fr



Les Guides Techniques du LIFE+ CHIRO MED

Cette collection mise en œuvre dans le cadre du programme LIFE+ CHIRO MED coordonnée par le Parc naturel régional de Camargue est destinée à un public spécialisé.

Chaque guide aborde un thème précis qui résulte de la synthèse et des résultats des actions menées dans le cadre du programme européen LIFE+ CHIRO MED.

Les autres guides

Guide technique n°1

Dispositifs d'aide au franchissement des routes

Guide technique n°2

Gestion du parasitisme bovin et faune coprophage

Guide technique n°3

Aménagements de gîtes favorables à la reproduction

Guide technique n°5

Éléments de gestion conservatoire des territoires

Guide technique n°6

Techniques d'imagerie au service de la conservation



Publication non-commerciale

Dépôt légal : avril 2014

ISBN : 2-906632-48-1

Imprimé sur papier 100% recyclé avec encres végétales