



CHIROPTÈRES EN MÉDITERRANÉE



LIFE+ CHIRO MED ACTION A4

RAPPORT FINAL PROSPECTIONS HIVERNALES



SOMMAIRE

Contexte	p. 1
Responsables et partenaires	p.1
Objectifs	p.1
Méthodologie	p.2
Recherche des sites souterrains	p.2
Prospection hivernale de cavités	p.2
Les prospections par visites de sites	p.2
Les prospections par Anabat	p.3
<i>Problématique spécifique</i>	<i>p.3</i>
<i>Déroulement</i>	<i>p.4</i>
Résultats	p.5
Les prospections par visites de sites	p.5
Secteur des gorges du Gardon	p.5
Secteur des Alpilles	p.7
Les prospections par Anabat	p.8
Retour sur les conclusions des sites témoins	p.8
Déroulement des prospections par Anabat en 2012	p.8
Résultats des prospections par Anabat	p.9
Les limites des éléments de comparaison entre sites	p.13
Evaluation des techniques de prospections hivernales du LIFE+ Chiro Med	p.14

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Protocole de prospection par visite de sites

Annexe 2 : Protocole de prospection par Anabat

Annexe 3 : Résultats 2012-13 des prospections par visites de sites dans les gorges du Gardon.

Annexe 4 : Résultats 2012-13 des prospections Anabat dans les gorges du Gardon.

Annexe 5 : Résultats 2011-12 des prospections Anabat dans les Alpilles

Annexe 6 : Carte des prospections hivernales des gorges du Gardon

Annexe 7 : Carte des prospections hivernales du massif des Alpilles

Annexe 8 : Répartition temporelle des contacts de Grand Rhinolophe sur plusieurs cavités

Contexte

Au niveau géographique, les actions proposées dans le programme LIFE+ Chiro Med sont centrées sur la Camargue dite géologique. Ce territoire accueille de fait 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.

A 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 et les gorges du Gardon.

Responsables et partenaires

Au sein du programme, 2 partenaires ont participé à la recherche de gîtes d'hibernation prévue à l'action A4 :

- Le Groupe Chiroptères de Provence (GCP), pour le secteur des Alpilles,
- Le Syndicat Mixte des Gorges du Gardon (SMGG), pour le secteur des gorges du Gardon.

Objectifs

L'action A4 prévoit de prospecter en période hivernale les secteurs des Alpilles et des gorges du Gardon, dans le but de découvrir de nouvelles colonies d'hibernation de Grand Rhinolophe et de Murin à oreilles échancrées.

Elle doit permettre de préciser l'état de conservation des espèces dans ces secteurs et de prendre en compte d'éventuelles menaces pouvant nuire à la conservation d'une colonie jusqu'à présent non connue.

L'action A4 est préparatoire à la réalisation du guide technique sur la conduite de prospections hivernales en secteurs riches en cavités (action D5). D'autre part, elle est connexe à l'action A3 de compréhension du mode d'utilisation du réseau de gîtes par les Chiroptères.

Les gîtes découverts au cours des prospections donneront lieu à un suivi des populations et à des recommandations de gestion mis en œuvre après le Life (Action E8).

Méthodologie

Recherche des sites souterrains

Préalablement aux prospections de sites souterrains, un premier travail de recensement des cavités à été réalisé au printemps 2010 sur les deux territoires concernés.

Pour cela, l'ensemble de la bibliographie disponible a été consultée (Base de donnée BRGM, Atlas Spéléologique des massifs concernés). Cette bibliographie pêche toutefois par une approximation récurrente dans la localisation des grottes, et bien souvent, les coordonnées topographiques y étaient absentes ou obsolètes.

Plusieurs rencontres et sorties avec les spéléologues locaux et autres personnes ressources (agents de terrain, auteurs des Atlas Spéléologiques) ont permis de préciser certaines coordonnées et de compléter la liste des sites souterrains existants.

Un tri a par la suite été réalisé afin d'écarter de cette liste les cavités comblées, les sites fermés (anciennes mines ou carrières) ainsi que les réseaux inondés (sources, résurgences), impropres à l'hibernation des Chiroptères.

Pour finir, un important travail de repérage sur le terrain a été accompli pour préciser la position de plusieurs cavités. Ces repérages ont par ailleurs permis de découvrir de nouvelles cavités, inconnues des spéléologues et absentes de la bibliographie.

Prospection hivernale de cavités

Les protocoles de prospection hivernale de cavités (cf. annexes 1 et 2), élaborés conjointement par les partenaires du programme, combinent deux techniques de recherche de colonies de Chiroptères.

Les prospections par visites de sites

La première technique, conventionnelle, consiste à visiter les cavités en période hivernale (de novembre à mars) pour identifier et dénombrer visuellement les Chiroptères présents.

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.

Les agents chargés des prospections (1 personnes du GCP et 2 personnes du SMGG) ont pour leur part suivi une formation aux techniques spéléologiques à l'automne 2010 (action E7), afin d'être autonomes dans les déplacements sur corde.

Le matériel utilisé pour les prospections par visites de sites souterrains se compose de :

- Système d'éclairage à lumière froide (LED) : lampe frontale et torche.
- Jumelles, appareil photo,
- GPS, boussole, thermo-hygromètre,
- Casque de spéléologie,
- Fiche de relevé standard et stylo,
- Le cas échéant, équipement complet de spéléologue, cordes, spits et sangles.
- Détecteur de CO2 pour les cavités et avens gazés.

Les prospections par Anabat

La seconde technique de prospection consiste à utiliser un enregistreur automatique d'ultrasons passif (AnaBat™) pour révéler la présence de Chiroptères dans une cavité. Cet appareil sert à enregistrer les ultrasons émis par les Chiroptères lorsque ceux-ci se déplacent ou chassent.

Placé à l'entrée d'une cavité, il permet de qualifier les espèces (ou le genre) de Chiroptères qui la fréquentent, tandis que le nombre de contacts enregistrés peut donner une appréciation de l'activité et donc de l'importance des effectifs présents.

Problématique spécifique

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 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 Anabats en prospection a par la suite été étendue sur l'ensemble de la saison hivernale, de novembre à mars.

Déroulement

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. « Retour sur les conclusions des grottes 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. A noter que l'identification des signaux du Genre *Myotis* est délicate et ne permet pas de remonter jusqu'à l'espèce. A ce titre, la détermination des *Myotis* s'est limitée au Genre dans l'analyse Anabat.

Lorsque cela était possible, les sites dans lesquels les espèces cibles étaient contactées étaient ensuite visités afin de préciser les effectifs présents et éventuellement d'identifier les espèces de *Myotis*.

Le matériel utilisé pour les prospections par Anabat se compose de :

- Un ou plusieurs Anabats (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.

Résultats

Les prospections par visites de sites

Secteur des gorges du Gardon

Les données collectées lors des prospections de terrain de l'hiver 2012-2013 sont affichées dans l'annexe 3.

Tableau 1. Bilan du nombre de grottes visitées et abritant des Chiroptères dans les gorges du Gardon

	Hiver 1 2010 - 2011	Hiver 2 2011 - 2012	Hiver 3 2012 - 2013	Total
Nombre de grottes visitées	102	106	32	240
Grottes occupées par des Chiroptères	28 (27,4 % du total)	30 (28,3 % du total)	3 (9,3 % du total)	61 (25,4% du total)
Grottes abritant du Rfe	9 (8,8% du total)	11 (10,3 % du total)	2 (6,25 % du total)	22 (9,1% du total)

Tableau 2. Populations de Chiroptères observées lors des visites (Rfe = *Rhinolophus ferrumequinum* ; Rhi = *Rhinolophus hipposideros* ; Reu = *Rhinolophus euryale* ; Mem = *Myotis emarginatus* ; Mca = *Myotis capaccinii* ; Mna = *Myotis nattererii* ; Hsa = *Hypsugo savii* ; Ese = *Eptesicus serotinus* ; Pi sp = Genre *Pipistrellus* ; Ch sp = Chiroptère indéterminé)

		Espèces observées											
Année		Rfe	Rhi	Reu	Mem	Mca	Mna	Mmyo	Hsa	Ese	Pi sp.	Ch sp.	Total
Nombre d'individus	2010-2011	20	7	29	1	2	1		7	4	64	1	136
	2011-2012	15	18	3				1	2	4	8		51
	2012-2013	2	2										4
	Total	37	27	32	1	2	1	1	9	8	72	1	191

Comme le résume le tableau 1, 240 sites ont été visités dans le Gardon durant les trois hivers du programme (ces chiffres ne tiennent pas en compte des cavités visitées suite aux prospections Anabat). Parmi ces sites, 32 cavités situées hors du Site d'Intérêt Communautaire (quoiqu'à proximité immédiate) et jugées favorables ont également été prospectées, soit 13,3 % du total.

Les visites ont permis de contacter 191 chauves-souris appartenant à plus de 10 espèces différentes (cf. tableau 2). 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 accueilleraient plusieurs Grands Rhinolphes en hibernation :

1. Aven du Crapaud : Situé dans le cône d'effondrement du gouffre des Espélugues (commune de Dions), cet aven a été visité une première fois en février 2011. La découverte de 4 Grands Rhinolphes et d'un essaim compact de 24 Rhinolphes euryales a entraîné un suivi régulier de ce

site les hivers suivants. En novembre 2011, l'aven abritait à nouveau 2 Grands Rhinolophes (ainsi qu'un Grand Murin). Pour le dernier hiver du programme, le site a été retenu pour comparer les données enregistrées à l'Anabat avec les effectifs comptabilisés en visite. Les deux visites, organisées fin novembre 2012 puis fin février 2013, ont permis de contacter 11 puis 17 Grands Rhinolophes en léthargie. Cet Aven, difficile d'accès (puits d'entrée de 20 mètres) apparaît peu fréquenté et favorable à l'hibernation des Chiroptères, particulièrement des Rhinolophes (les 3 espèces y ont été contactée).

2. Aven de la Clastre : Situé sur la commune de Sanilhac, dans la Réserve Naturelle Régionale des Gorges du Gardon, ce profond aven a été visité deux fois durant le programme, suite à l'installation d'Anabat. En janvier 2011, 4 Grands Rhinolophes, 1 Rhinolophe euryale et 1 Murin à oreilles échancrées étaient recensés sur site. En janvier 2013, la seconde visite a permis d'y contacter 6 Grands Rhinolophes, 2 Rhinolophes euryales, 1 Petit Rhinolophe et 1 Murin à oreilles échancrées. A noter que cet aven présente des taux de CO₂ élevés et qu'il n'est potentiellement accessible qu'en hiver, lorsque le gaz est poussé au plus profond du réseau. Les Chiroptères s'adaptent pour leur part à cette présence de gaz, en occupant les secteurs les plus aérés.

3. Grotte du Pont de Marron : Cette grotte, située sur la commune de Remoulins, est fréquentée par les prestataires de Pleine Nature dans le cadre d'initiation à la spéléologie. Lors de la première visite, réalisée en janvier 2011, la cavité abritait 6 Grands Rhinolophes en hibernation. La seconde visite, effectuée à la mi-décembre 2012, a permis de contacter 2 Grands Rhinolophes. Le site apparaît assez dégradé et plusieurs équipements en fixe en favorisent l'accès.

4. Grotte de l'Hirondelle de Fiolles : Cette cavité est située en rive droite du Gardon sur la commune de Sainte Anastasie. Le site accueillait 2 Grands Rhinolophes en 2011 et 3 Grands Rhinolophes en 2013, associés lors de cette seconde visite au Murin de Capaccini (3 individus), au Rhinolophe euryale (1 individu) et à plusieurs pipistrelles. Ce site présente deux ambiances thermiques bien différentes, avec un premier secteur frais à l'entrée, et un réseau annexe plus chaud, protégé par une étroiture. Le réseau le plus chaud est susceptible d'être utilisé en période d'activité, comme en témoigne les nombreuses traces de guano et d'urine relevées dans les cloches. Cette grotte est dans un bon état de conservation et semble peu fréquentée.

5. Château de Saint Privas : Cette propriété privée est située en rive droite, à quelques centaines de mètres en amont du Pont-du-Gard. Plusieurs dépendances, favorables à l'hibernation du Grand Rhinolophe, ont été visitées en 2011 : l'ancien chaix, l'ancien moulin, la crypte et la ferme seigneuriale. Les trois premiers édifices abritaient chacun un Grand Rhinolophe en léthargie.

Les prospections ont en outre permis d'identifier plusieurs sites non utilisés par les Chiroptères en hiver, mais qui semble favorables en période d'activité (traces importantes de guano et d'urine) : la grotte du Gaï (Sanilhac), la Belle grotte Grivet (Collias), la Grotte 1 Dédé (Sainte Anastasie), la grotte des Oules (Sainte Anastasie), la grotte Nicolas (Sainte Anastasie) et la grotte Supérieure (Sainte Anastasie).

Secteur des Alpilles

Tableau 3. Nombre de grottes visitées et abritant des Chiroptères dans les Alpilles

	Hiver 1 2010 - 2011	Hiver 2 2011 - 2012	Total
Nombre de grottes visitées	27	12	39
Grottes occupées par des Chiroptères	4 (15% du total)	1 (8,3 % du total)	5 (12,8% du total)
Grottes abritant du Rfe	4 (15 % du total)	1 (8,3 % du total)	5 (12,8% du total)

Tableau 4. Populations de Chiroptères observées lors des visites

	Année	Espèces observées	
		<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Total
Nombre d'individus	2010-2011	10	10
	2011-2012	6	6
	Total	16	16

Comme le résumant les tableaux 2 et 3, le Grand Rhinolophe est la seule espèce de Chiroptère à avoir été contactée dans les Alpilles durant les deux sessions des prospections de terrain. L'espèce était présente dans 5 des 39 sites visités, mais seules 2 cavités abritaient plusieurs individus en hibernation :

1. Mine de bauxite Méjean : Cette ancienne mine située sur les Baux de Provence accueillait 6 Grands Rhinolophes en 2011. Le site se développe sur 6 étages (dont un noyé, inaccessible) et renferme de nombreuses salles.

2. Mine des Canonnettes, partie 4 : Egalement situé sur la commune des Baux de Provence, ce site présente un développement extrêmement important. A ce titre, il a été visité par secteurs sur les deux sessions de prospection. En 2011, la visite partielle a permis de contacter 2 Grands Rhinolophes dans la partie la plus ancienne de la mine. En 2012, 6 Grands Rhinolophes étaient découverts dans une autre partie du réseau. Le GCP a réalisé une visite de l'intégralité du réseau en hors LIFE en février 2013. Cette prospection a permis de recenser 16 Grands Rhinolophes en léthargie dans la mine des Canonnettes.

Les prospections par Anabat

Retour sur les conclusions des sites témoins

Comme précisé dans la méthodologie relative aux prospections Anabat, un site témoin a été équipé en 2010 sur chacun des deux secteurs concernés par les prospections hivernales.

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.

A partir de ces conclusions, le protocole de prospection hivernale par Anabat a été sensiblement modifié pour les sessions 2011 et 2012, afin d'optimiser les résultats.

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). Ce point-là du protocole n'a pas été modifié.

L'autre facteur sur lequel il était possible d'intervenir concerne le temps de pose de l'Anabat. Aux entrées, les individus pouvant rester indétectables pendant plusieurs jours consécutifs, la durée d'installation des Anabats a été allongée de 4 à 8 nuits consécutives à partir de 2011 afin d'améliorer les probabilités d'enregistrement de l'espèce cible.

Déroulement des prospections par Anabat en 2012

Seul le secteur des gorges du Gardon était concerné par la troisième session de prospections par Anabat.

Afin d'accroître le nombre de données analysables et d'améliorer les conclusions exploitables suite à une utilisation hivernale d'Anabat en entrée de gîte, le choix a été fait d'équiper ce dernier hiver plusieurs sites abritant des colonies (découverts lors des sessions précédentes). La récupération de l'appareil donnait lieu, lorsque cela était possible, à une visite du site afin de comparer les données obtenues en visite avec les enregistrements sonores produits.

L'annexe n°4 synthétise les données du dernier hiver obtenues sur les gorges du Gardon, tandis que l'annexe n°5 reprend les données 2011 des Alpilles, incomplètes lors du rapport précédent.

Résultats des prospections par Anabat

Tableau 5. Nombre de sites souterrains testés à l'ANABAT dans les Alpilles

	Gorges du Gardon			Massif des Alpilles		Total
	2010	2011	2012	2010	2011	
Nombre de sites prospectés à l'ANABAT	10	10	8	8	7	43
Nombre de sites avec séquences Rfe/Msp	2	5	6	6	4	23
Nombre de sites visités après la pose d'ANABAT	5	2	6	2	4	19

A l'issue des campagnes de prospection, 43 sites ont été équipés d'Anabat sur les secteurs des Alpilles et des gorges du Gardon. Ce chiffre est légèrement inférieur aux prévisions, mais se trouve largement compensé par les prospections par visites de sites.

Parmi ces cavités, 23 sites ont donné lieu à des enregistrements sonores des espèces cibles, mais tous n'ont pas pu être visités par la suite.

Ceci s'explique principalement par l'impossibilité pour les visiteurs d'accéder à certains réseaux, pour des raisons d'étroitesse, ou de dangers spécifiques (instabilité, taux de gaz carbonique trop élevé).

Certains enregistrements témoignaient également d'une activité de chasse ou d'un simple passage nocturne et n'ont pas donné lieu à une visite.

A contrario, lors du premier hiver, le SMGG a visité plusieurs cavités qui n'avaient pas donné de résultat avec l'Anabat, mais qui présentaient un bon potentiel pour le Grand Rhinolophe.

Les cartes des annexes 6 et 7 situent l'ensemble des cavités ayant fait l'objet de prospections dans les gorges du Gardon et le massif des Alpilles.

Tableau 6. Comparaison des résultats Anabat avec les observations réalisées pendant les visites

				ANABAT		VISITES	
	Date de pose	Date de retrait	Nom du site	Nb seq Msp	Nb seq Rfe	Effectifs Mem relevés en visite	Effectifs Rfe relevés en visite
Gorges du Gardon							
Cas 1	29/11/10	03/12/10	Aven de la Clastre	0	0	1 (11/01/11)	4 (11/01/11)
	21/02/11	25/02/11	Baume Chaude	0	0	0 (22/03/11)	1 (22/03/11)
	04/12/12	12/12/12	Pont de Maron	0	0	0 (12/12/12)	2 (12/12/12)
Cas 2	28/02/11	04/03/11	Grotte de Pâques1	0	2	0 (08/03/11)	0 (08/03/11)
	07/03/11	11/03/11	Aven du Cadre à Vélo	0	26	0 (22/03/11)	0 (22/03/11)
Cas 3	02/12/11	10/12/11	Aven Paulin	0	98	Non visité. Aven gazé	
	23/12/12	14/01/13	Aven Paulin	0	67	Non visité. Aven gazé	
	01/03/13	08/04/13	Aven Paulin	0	189	Non visité. Aven gazé	
Cas 4	24/02/12	05/03/12	Aven de Larnac 2	0	664	0 (14/03/12)	1 (14/03/12)
	06/03/12	14/03/12	Aven Tonton	0	159	0 (22/03/12)	1 (22/03/12)
	22/11/12	30/11/12	Aven du Crapaud	9	67	0 (30/11/12)	11 (30/11/12)
	21/01/13	30/01/13	Aven de la Clastre	0	25	1 (30/01/13)	6 (30/01/13)
	12/02/13	20/02/13	Hirondelle de Fiolles	203	4	0 (20/02/13)	3 (20/02/13)
	20/02/13	28/02/13	Aven du Crapaud	0	3	0 (28/02/13)	17 (28/02/13)
Massif des Alpilles							
Cas 2	11/11/10	15/11/10	Grottes de Tarascon - Site1"	0	1	0 (19/02/11)	0 (19/02/11)
	19/02/11	23/02/11	Grotte du Blaireau Intersection	0	7	0 (02/03/11)	0 (02/03/11)
	19/02/11	23/02/11	Grotte du Blaireau entrée 1	0	9		
	19/11/11	28/11/11	Aqueduc1 de Rousty	0	10	0 (22/02/12)	0 (22/02/12)
	02/12/11	10/12/11	Grotte Noire	0	8	0	0
Cas 3	06/03/11	10/03/11	Effondrement Mas Flandrin-Entrée 2	0	24	Non visité - Entrée instable	
	06/03/11	10/03/11	Effondrement Mas Flandrin- Entrée 1	2	203	Non visité - Trop étroit pour humain	
	13/03/11	17/03/11	Diaclase de la Remise	0	1	Non visité - Trop étroit pour humain	
	19/11/11	29/11/11	Faille des Canonnettes	0	5	Non visité - Accès dangereux	
Cas 4	13/03/11	17/03/11	Mine des Canonnettes - partie 4 - Intersection	0	201	0 (06/03/11)	2 (06/03/11)
			Mine des Canonnettes- partie 4--Entrée 2	1	72		

Le tableau 6 reprend l'ensemble des sites prospectés par Anabat sur lesquels la présence des espèces cibles a été constatée, et met en parallèle les résultats relevés par enregistreurs d'ultrasons et ceux obtenus lors des visites de sites.

La corrélation entre ces deux techniques de prospection est loin d'être linéaire et fait ressortir différents cas de figure, notés dans la colonne de gauche.

- **Cas 1 : 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 sur le secteur des gorges du Gardon, 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. Ainsi, sur l'Aven de La Clastre et Baume Chaude, les populations de Chiroptères ne se sont pas réveillées pendant la période de pose de l'Anabat. L'allongement de 4 à 8 jours de la durée d'installation des Anabats à partir de 2012 aurait sans doute permis de contacter les espèces sur ces deux sites, comme le montre le second essai réalisé en janvier 2013 sur l'Aven de la Clastre, qui a donné des résultats positifs.

Concernant le cas de l'Aven-grotte du Pont de Maron en 2013, l'ensemble des entrées du site n'a pas pu être équipé d'Anabats et les Chiroptères étaient donc susceptibles d'emprunter d'autres passages. Cet exemple souligne la nécessité de « verrouiller » toutes les entrées des sites à prospecter avec des enregistreurs pour éviter ce genre de déconvenue.

- **Cas 2 : Les espèces cibles ont été contactées par Anabat mais pas lors de la visite de site.**

Observé sur quatre sites lors du premier hiver de prospection, 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 ces 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, à l'image de la dernière session réalisée sur le Gardon (cf. « Déroulement des prospections par Anabat 2012-2013 »).

- **Cas 3 : 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) 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. De plus, l'analyse temporelle des séquences

sonores enregistrées peut permettre, dans certains cas, de quantifier sommairement les populations hibernantes (cf. cas 4).

- **Cas 4 : 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, l'annexe 8 présente la répartition des séquences sonores enregistrées par tranche horaire et apporte une vision plus fine de l'activité des Grands Rhinolophes aux entrées des différents sites.

A 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.

1. 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 gîte¹. Ceci avait déjà été remarqué dans le rapport de 2012 et 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. A ce titre, la prise en compte des signaux de retour de chasse apparaissent nettement plus pertinents pour estimer les populations fréquentant chaque gîte.

A titre d'exemple, le graphique relatif à l'Aven de Larnac 2 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 les 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.

2. Durée et régularité des contacts en début de nuit

Parallèlement au nombre de signaux enregistrés en rentrée de gîte, la période sur laquelle se concentre les signaux de sortie peut permettre d'affiner l'estimation des populations hibernantes. Dans le cas de l'Aven de Larnac 2 et de l'Aven Tonton, on remarque que 90,5% 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 ces sites, ce résultat montre un temps moyen de sortie limité (31 minutes de contacts en moyenne sur l'Aven de Larnac 2 et 16 minutes sur l'Aven Tonton). De plus,

¹ En prenant comme référentiel une moyenne de temps de chasse de trois heures par individu (in « *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse* » ; L. Arthur, M. Lemaire, 2009).

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 ce type 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.

3. 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. A 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.

En lien avec les graphiques de l'annexe 5, ce principe n'apparaît toutefois pas linéaire. Sur l'Aven du Crapaud, en février 2013, l'espèce est restée indétectable à l'entrée durant 5 jours consécutifs alors que le site abritait 17 individus. Par opposition, à la même période, le seul Grand Rhinolophe occupant l'Aven de Larnac 2 était actif 6 jours sur les 10 jours d'équipement Anabat, avec une période d'inactivité continue maximale de 2 jours.

Le dernier exemple concerne l'Aven Paulin, site cité dans la bibliographie² comme accueillant la plus grosse colonie d'hibernation de Rhinolophe euryale du Languedoc-Roussillon (en association avec du Grand Rhinolophe) et qui n'a pas pu être visité du fait de la présence de gaz carbonique à des proportions mortelles pour l'Homme (la dernière visite connue remonte à 1972). Les deux graphiques présentés montrent que le Grand Rhinolophe est resté détectable à l'entrée sur la quasi-totalité du temps de pose de l'Anabat, soit sur l'ensemble des 7 jours de pose en décembre 2011 et 15 jours sur 16 durant l'hiver 2012-2013. Ces résultats laissent à penser que le site accueille toujours une colonie d'hibernation de Grand Rhinolophe, malgré la présence de gaz (la topographie du site indique de fait la présence de zones refuges dans lesquels l'espèce doit trouver des conditions propices à l'hibernation).

Les limites des éléments 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 Anabats ont connu plusieurs problèmes techniques qui ont entraînés l'arrêt des appareils. A 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 l'Aven Tonton (entrée horizontale avec une

² In « *Rapport sur les Chiroptères des gorges du Gardon* » ; J. Seon ; Mai 2002.

couverture végétale importante) était systématiquement plus rapide que sur l'Aven de Larnac 2 (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.

- 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 continuent leur léthargie.
- Périodes d'installation des Anabats : Les Anabats 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.

Evaluation des techniques de prospections hivernales du LIFE+ Chiro Med

Plusieurs techniques de prospections hivernales ont été mises en œuvre dans le cadre du programme LIFE+ Chiro Med. La première concerne les visites de sites, qui regroupent les prospections salariées et les prospections par équipes.

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

Comparaison des prospections par équipes par rapport aux prospections salariées	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Sensibilisation des participants La mobilisation de nombreux participants bénévoles a été l'occasion d'une sensibilisation efficace sur la biologie des chiroptères et leur sensibilité en période hivernale. • Echange d'expérience Les participants bénévoles réunissaient des compétences diverses liées au milieu souterrain (spéléologues, naturalistes, gestionnaires) propices aux échanges d'expériences. 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'organisation Les chefs d'équipes ont parfois dû réaliser des repérages préalables des sites qu'ils allaient visiter. L'organisation du calendrier de prospection et l'inscription des participants a été chronophage. • Logistique L'organisation de prospections par équipe nécessite d'avoir suffisamment de matériel disponible (voitures, casques de spéléologie, GPS, ...). • Coût Bien que les participants soient bénévoles, la prise en charge des repas du midi est une charge financière à prendre en compte.

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 alimenté par une batterie externe, pour pouvoir garantir une autonomie suffisante. 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.

La seconde limite pointée concerne la difficulté d'extrapolation du nombre d'individus hibernants à partir des données sonores obtenues à l'Anabat (cf. tableau n°6 et commentaires liés). 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. A ce titre, le temps nécessaire aux prospections par Anabat apparaît plus long que des prospections directes par visites de sites.

L'utilisation des Anabats 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'Anabats aux entrées apparaît comme une méthode permettant d'obtenir tout de même des informations sur la fréquentation hivernale de Chiroptères.