



UFR Sciences & techniques de la Côte Basque
Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence Professionnelle Espaces Naturels
Option Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités

Création d'une liste commentée des chiroptères dans le Cantal

PONCET, Emile

Stage effectué du 01/03/2014 au 31/07/2014 à
Alter Eco La Cornélie – 15600 Rouziers
Sous la direction scientifique de Mr Joël BEC



« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil »

Remerciements

Je tiens à exprimer mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et fait part de leurs expériences et connaissances au cours de ce stage, et pendant la rédaction de ce rapport. Plus précisément je remercie :

- Mr Joël BEC, mon maître de stage, pour m'avoir proposé cette mission au sein du bureau d'étude Alter Eco et permis d'approfondir mes connaissances sur le groupe taxonomique des chiroptères. Pour m'avoir fait confiance dans ce projet de base de données, pour sa présence permanente et ses conseils tout au long du stage et pour m'avoir permis de participer aux autres travaux en cours d'Alter Eco,

- Mr Thomas DARNIS, de l'agence d'Aurillac de l'ONF, pour m'avoir formé à l'utilisation des appareils de détection ultrasonore, pour sa disponibilité pendant le stage et son assistance dans la création des cartes de cokrigeage et dans la rédaction de ce rapport,

- Mr Hervé PICQ, d'Alter Eco, pour m'avoir aidé dans mes premières identifications de sonagrammes le temps d'une semaine d'étude au camp des Grivaldes,

- Mr Christian HERVE et son équipe de la ferme équestre du Batut pour son accueil et la logistique lors de ce même camp d'étude,

- Les membres de l'agence ONF d'Aurillac pour leur accueil au sein de leurs locaux,

- La mairie de St-Hippolyte, pour l'impression de ce rapport,

- Mes camarades de promotion pour des conseils et aides diverses,

- Ma famille pour la relecture et la correction de ce rapport,

- Toutes les personnes auxquelles j'ai eu affaire au cours de ma phase terrain pour leur accueil et leur gentillesse.

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
1 Présentation du contexte départemental	2
1.1 Le département du Cantal.....	2
1.1.1 Quelques paramètres abiotiques.....	2
1.1.2 Occupation du sol.....	3
1.2 Les chauves-souris en Auvergne.....	4
2 Matériel et méthodes	5
2.1 Les méthodes d'inventaires des chiroptères.....	5
2.1.1 Les observations à vue.....	5
2.1.2 La capture temporaire.....	6
2.1.3 Les méthodologies de détection ultrasonores.....	7
2.2 Méthodologie pour la base de données.....	9
2.2.1 Origine et support des données traitées.....	9
2.2.2 Méthodologie particulière.....	10
2.3 Le cokrigeage.....	11
3 Présentation et exploitation des résultats	13
3.1 Résultats.....	13
3.1.1 27 espèces répertoriées.....	13
3.1.2 Couverture géographique du département.....	15
3.1.3 Pression d'observation.....	16
3.2 Exemple spécifique : la Barbastelle d'Europe.....	18
3.2.1 Généralités sur l'espèce.....	18
3.2.2 Données disponibles pour l'espèce sur le Cantal.....	18
3.2.3 Interprétation cartographique des résultats.....	19
Conclusion	21

ANNEXES

- Annexe 1 : Présentation des statuts patrimoniaux des espèces de chauves-souris du Cantal
- Annexe 2 : Présentation des champs de BDD_chiros15
- Annexe 3 : Liste des contributeurs à la base de données
- Annexe 4 : Répartition du nombre de données par méthode d'inventaire et par espèce
- Annexe 5 : Répartition du nombre de données par espèce et par type de milieux

Glossaire

Bibliographie

Introduction

Les chauves-souris représentent une part conséquente de la diversité mammalogique en France. Cet ordre compte 34 espèces soit le tiers des mammifères du territoire national métropolitain. Les chiroptères, du grec « volent avec les mains », possèdent des caractéristiques qui les distinguent des autres groupes. Parmi elles, la capacité à pratiquer le vol battu grâce à une fine membrane tendue entre les doigts, le patagium, et à se servir d'un système d'écholocation très performant qui leur sert à naviguer. Elles occupent des milieux diversifiés, certes en fonction des espèces, mais aussi pour une même espèce en fonction de la période de l'année et de l'activité. Ainsi, entre les gîtes d'hivernation, d'estivage ou les terrains de chasse, on les retrouve dans la plupart des habitats (bocage, forêt, habitation, ...). Les chauves-souris sont aussi des régulatrices des populations d'insectes. En France, elles sont toutes insectivores, avec des régimes différents (diptères, lépidoptères, coléoptères, ...), et peuvent consommer jusqu'à la moitié de leur poids en une seule nuit. Certaines proies étant des ravageurs de cultures, elles sont un moyen de lutte biologique. (SFEPM)

Persécutées par les hommes, à cause de croyances populaires malvenues encore d'actualité, elles sont aujourd'hui strictement protégées par des lois françaises et des conventions internationales ou communautaires.

Elles font ainsi l'objet de suivis plus réguliers et, avec l'apparition de techniques mieux adaptées et plus respectueuses de l'éthique environnementale, les connaissances se développent. Dans le Cantal, le bureau d'études naturalistes Alter Eco fait partie des structures spécialisées et reconnues pour ce groupe faunistique, et dispose donc de nombreuses données depuis le début des années 90. Ainsi, l'idée de construire une liste commentée, en partenariat avec l'antenne cantalienne de l'ONF, a émergé en 2013. Cela doit permettre d'établir un état des lieux des connaissances via des analyses chiffrées et cartographiques. La réalisation de ce projet passe par la saisie de toutes les informations disponibles dans une base de données unique et facilement exploitable. La publication des données et des résultats traduit aussi une volonté de partage, dans le cadre de projets à plus grande échelle, avec l'ensemble des acteurs départementaux ou régionaux de l'environnement.

Dans ce rapport, tous les résultats ne seront pas présentés. J'ai choisi de traiter ici la Barbastelle d'Europe, espèce à forte valeur patrimoniale, le reste étant bientôt disponible publiquement.





Carte 1 : Présentation des principales unités biogéographiques du Cantal

1 Présentation du contexte départemental

1.1 Le département du Cantal

1.1.1 Quelques paramètres abiotiques

Avec le Puy-de-Dôme (63), l'Allier (03) et la Haute-Loire (43), le Cantal (15) compose la région administrative Auvergne, que l'on peut aussi diviser en deux sous-ensembles historiques, la Haute et la Basse Auvergne. Le Cantal est alors situé dans la Haute-Auvergne. Il est limitrophe avec 6 autres départements que sont la Corrèze, le Lot, l'Aveyron, la Lozère, la Haute-Loire et le Puy-de-Dôme.

Situé au cœur du Massif Central, massif ancien datant de l'orogénèse hercynienne*, le département du Cantal est très marqué par l'activité volcanique plus récente ayant marqué cette région entre le Miocène* (13Ma BP) et le début du Pléistocène* (*N.Arnaud & al. – 2002*). La plupart de ses reliefs, de sa géologie et de son hydrographie sont expliqués par les différents événements survenus depuis cette période.

Localisé au centre du département, le stratovolcan* du Cantal, plus gros édifice volcanique de France, et parmi les plus imposants d'Europe, a subi au cours de son histoire plusieurs épisodes éruptifs. Ainsi, une grande surface du département est recouverte de roches volcaniques. Les planèzes* en sont les exemples les plus caractéristiques. Ces vastes plateaux basaltiques sont présents à l'Ouest comme à l'Est. D'autres volcans, plus petits, furent également en activité sur l'Aubrac ou le Cézallier, comme en témoigne le sol granitique de l'Aubrac. C'est au niveau de ces anciens volcans que se situent les plus hautes altitudes (Plomb du Cantal, 1855m ; Puy du Rocher, 1813m). Dans le Sud-ouest, où le volcanisme eut moins d'impact, c'est le vieux socle hercynien qui apparaît aujourd'hui avec des roches métamorphiques (*BRGM*).

Les affleurements calcaires du tertiaire, caractéristiques des causses cévenols ou du Quercy, sont rares, recouverts par les éruptions volcaniques successives. On en trouve uniquement au niveau du bassin d'Aurillac ou de Maurs. Ces secteurs constituent de ce fait, un refuge pour de nombreuses plantes calcicoles qu'on ne rencontre nulle part ailleurs dans le département (*BRGM*).

On peut diviser le département en plusieurs grandes entités biogéographiques (carte 1) qui présentent chacune des conditions climatiques différentes. La partie ouest, avec dans un axe Sud/ Nord, **la Châtaigneraie, le bassin d'Aurillac, la Xaintrie et l'Artense**, est la plus soumise aux influences océaniques qui arrivent de l'Atlantique sans rencontrer aucun obstacle. Ce sont des régions très arrosées avec une pluviométrie qui atteint par exemple 1200 à 1400 mm/an sur l'Artense. La Châtaigneraie cantalienne, située au Sud-ouest, est particulière du fait de sa relation avec la vallée du Lot qui la longe par le Sud. Celle-ci est porteuse, depuis le Sud-est et les Cévennes, des influences méditerranéennes qui vont avoir un impact sur cette partie du département. Cela se caractérise principalement par des températures plus clémentes. C'est en effet le secteur du Cantal le plus chaud et le seul avec un nombre de jour de chaleur ($T > 25^{\circ}\text{C}$) supérieur à 30. Les précipitations y sont également moins importantes.

Les façades ouest des **massifs du Cantal** et du **Cézallier** présentent les mêmes caractéristiques océaniques avec, du fait de l'altitude qui s'élève, des influences montagnardes qui s'ajoutent (enneigement, étages de végétation). On y retrouve la pluviométrie la plus élevée et les températures les plus basses. Les versants Est sont plus abrités grâce à un effet de Foehn classique qui provoque un assèchement des masses d'air. Cela explique en partie la tendance continentale qui se dégage sur la partie orientale du département. **La planèze de St-Flour** ou la **Marjeride** sont des

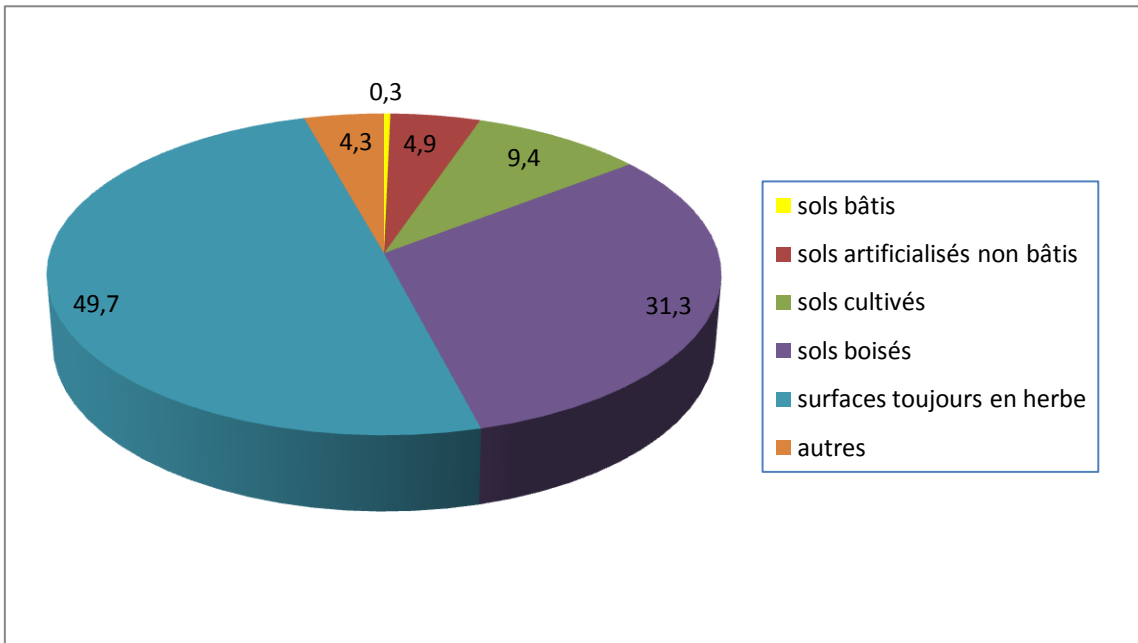
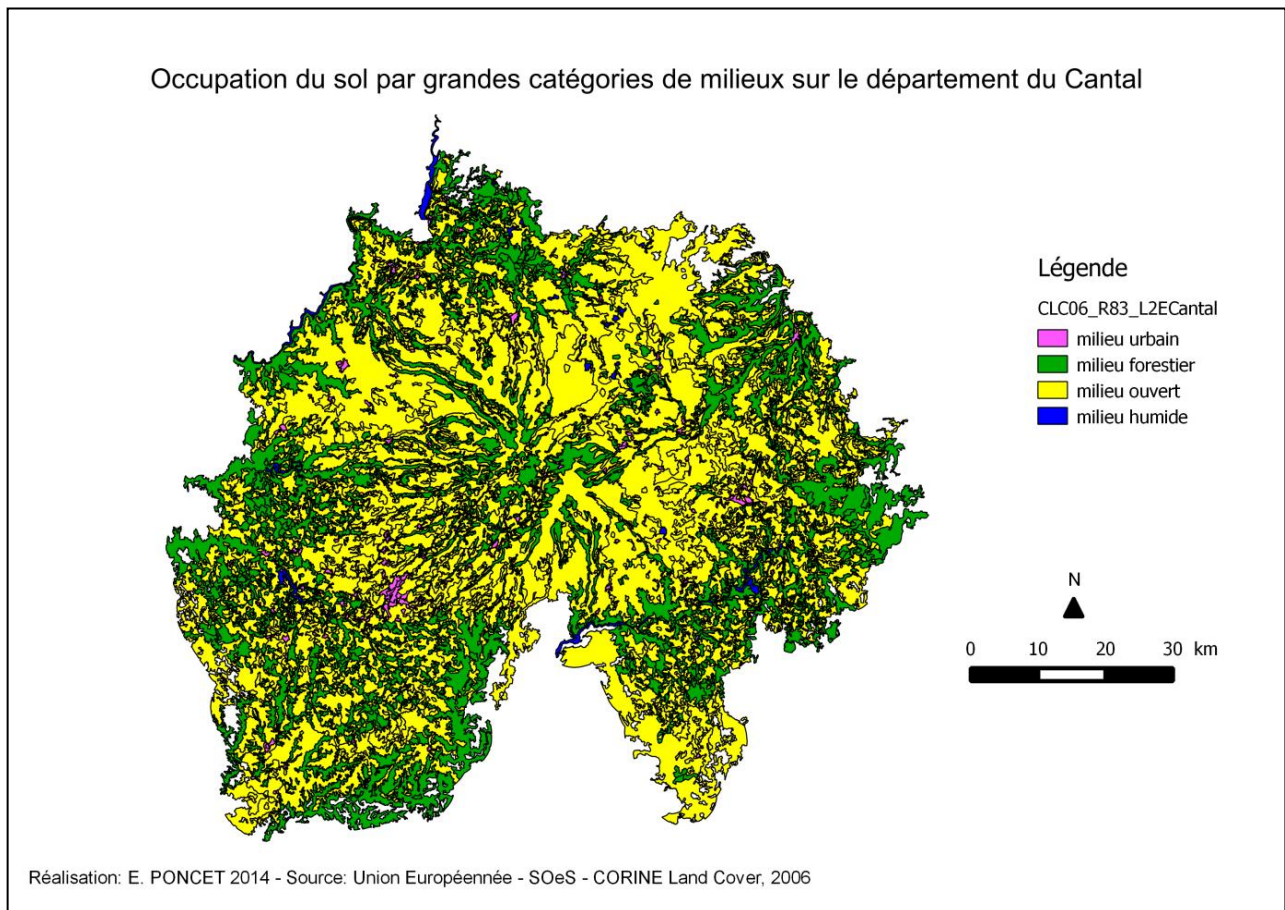


Figure 1 : répartition en pourcentage de l'occupation du sol dans le Cantal (INSEE – 2010)



Carte 2 : Occupation du sol par grandes catégories de milieux

plateaux plus secs avec une pluviométrie comprise en certains points entre 400 et 800 mm/an. Malgré la proximité, ces régions sont coupées de la Méditerranée par le massif des Cévennes qui empêchent toutes influences de remonter. Au Sud-est, le haut plateau de l'**Aubrac** fait exception avec un climat montagnard qui reprend le dessus.

Le département présente une hydrographie particulière. La plupart des cours d'eau prennent leur source sur les pentes du plomb du Cantal et se dispersent ensuite tous azimuts. Cela lui confère une symétrie radiale caractéristique. Les cours d'eaux principaux sont, entre autres, la Jordanne, la Maronne, la Cère, l'Alagnon ou la Truyère, et ils se déversent dans 3 bassins versants principaux que sont celui de la Dordogne à l'Ouest, de l'Allier au Nord-est et du Lot au Sud (*DDT* Cantal – 2014*).

(*J. DAUGE – 2002 ; météo massif central*)

1.1.2 Occupation du sol

Le Cantal est un département rural avec une surface urbanisée qui atteint seulement 5.2% de son territoire mais qui correspond à la moyenne de ce qui peut être observé dans cette région du Sud du Massif central. En comparaison avec des départements voisins cette surface est de 6.3% pour la Haute-Loire ou 4.7 pour l'Aveyron (*INSEE* – 2010*). La figure 2 confirme cette tendance et montre même la faible part prise par les surfaces bâties dans cette urbanisation.

L'agriculture occupe une part importante, la SAU* étant de 360000 ha soit 62% de la superficie départementale (*Agreste – 2011*). L'essentiel de cette surface est enherbée avec des surfaces toujours en herbe et, dans une moindre mesure, des prairies artificielles ou temporaires (*Agreste – 2011*).

Plus précisément, les prairies de fauche ou d'élevage en représentent l'essentiel. Elles sont situées sur tout le pourtour du massif du Cantal, notamment au Nord-est, sur les plateaux. De moindres ensembles, composés d'une succession de petites parcelles diversifiées (comme des vergers, des bocages, ...) sont plus représentatifs de la Châtaigneraie au Sud-ouest. En altitude, c'est-à-dire sur les pentes du Massif du Cantal, de l'Aubrac et du Cézallier, les vastes espaces d'herbage à faible productivité sont utilisés comme zone de parcours extensif en estive pour les troupeaux. C'est sur ces mêmes secteurs que l'on retrouve la plupart des landes. Tous ces milieux, regroupés sous la mention « milieu ouvert » sur la carte 2 occupent une part prépondérante par rapport aux espaces forestiers (*CORINE Land Cover – 2006*).

Concernant ces milieux forestiers, les espèces caducifoliées sont majoritaires sur l'ensemble du département avec, en 2004, *Quercus sp* comme essence principale. *Q. pedunculata*, *Q. robur* et *Q. pubescens* occupaient 33.3 % de la surface en peuplements feuillus devant *Fagus sylvatica* avec 20.6 %. Seuls l'Est de la Marjéride et les milieux boisés d'altitude sont occupés par des résineux dont l'essence dominante est le *Pinus sylvestris* (*Inventaire Forestier National – 2005*).

1.2 Les chauves-souris en Auvergne

En France métropolitaine, 34 espèces de chiroptères sont actuellement dénombrées (CREN* Midi-Pyrénées – 2011 / Vigienature MNHN*) dont 28 sont présentes dans la région Auvergne (Lilian GIRARD - 2013).

- Le Petit Rhinolophe : *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) – Rhinolophidae
- Le Grand Rhinolophe : *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) – Rhinolophidae
- Rhinolophe euryale : *Rhinolophus euryale* (Blasius, 1853) - Rhinolophidae
- Le Molosse de Cestoni : *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814) – Molossidae
- Le Minioptère de Schreibers : *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817) – Miniopteridae
- La Sérotine commune : *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) – Vespertilionidae
- La Sérotine de Nilsson: *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839) – Vespertilionidae
- La Sérotine bicolore : *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758) – Vespertilionidae
- La Barbastelle d'Europe : *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) – Vespertilionidae
- L'oreillard roux : *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) – Vespertilionidae
- L'oreillard gris : *Plecotus austriacus* (J.B. Fischer, 1829) – Vespertilionidae
- La Noctule commune : *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) – Vespertilionidae
- La Grande Noctule : *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780) – Vespertilionidae
- La Noctule de Leisler : *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae
- La Pipistrelle commune : *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) – Vespertilionidae
- La Pipistrelle pygmée : *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) – Vespertilionidae
- La Pipistrelle de Kuhl : *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae
- La Pipistrelle de Nathusius : *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) – Vespertilionidae
- Le Vespère de Savi : *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837) – Vespertilionidae
- Le Grand Murin : *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) – Vespertilionidae
- Le Petit Murin : *Myotis blythii* (Tomes, 1857) – Vespertilionidae
- Le Murin à moustaches : *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae
- Le Murin de Brandt : *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845) – Vespertilionidae
- Le Murin d'Alcathoe : *Myotis alcathoe* (Helvesen & Heller, 2001) – Vespertilionidae
- Le Murin à oreilles échancrées: *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806) – Vespertilionidae
- Le Murin de Natterer : *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae
- Le Murin de Bechstein : *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae
- Le Murin de Daubenton : *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) – Vespertilionidae

Certaines de ces espèces sont très difficiles à distinguer entre elles. C'est le cas pour *M. myotis* et *M. blythii*, notamment dans les contacts visuels, puisque les critères distinctifs sont généralement observables via des mesures biométriques (F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004). Ainsi, sauf en cas d'indentification certaine, ces deux espèces sont regroupées dans « Myotis de grande taille ». Toujours dans le genre *Myotis*, le complexe des Murins à museaux sombres pose également des problèmes de détermination (Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges - 2009) avec *Myotis mystacinus*, *Myotis brandtii* et *Myotis alcathoe*. Dans la systématique, ces 3 espèces ont été distinguées très récemment, en 1958 pour *M. brandtii* et 2001 pour *M. alcathoe*, ce qui témoigne d'un grand nombre de points communs morphologiques. Deux champs ont donc été rajoutés « *Myotis* (*brandtii* ou *mystacinus*) » et, plus généralement, « *Myotis* sp ». Pour les autres espèces, l'identification peut aussi s'arrêter au genre.

Ce cortège traduit bien la diversité paysagère du département avec des espèces ayant des affinités écologiques très différentes comme *M. Bechsteinii*, espèce strictement forestière et *R.*



Photo 1 : colonie de Murins à oreilles échancrées lors de la visite d'un gîte

hipposideros qui utilise des espaces plus ouverts, de bocage (F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004).

2 Matériel et méthodes

2.1 Les méthodes d'inventaires des chiroptères

L'étude des chauves-souris a bénéficié de nombreuses évolutions ayant permis de compléter et d'accroître les connaissances à leur sujet, que ce soit au niveau des inventaires d'espèces mais aussi en ce qui concerne leur écologie et leur éthologie comme par exemple la recherche des habitats de chasse. Historiquement, la méthodologie se limitait à des inventaires à vue dans des gîtes de mise à bas ou d'hibernation qui étaient suivis d'une année sur l'autre comme des galeries minières, grottes ou constructions humaines (maisons, églises, granges, ...). Cette méthode est assez triviale dans la mesure où elle permet simplement de constater des évolutions de micro-populations et ne permet pas de suivre les espèces à forte affinité forestière, exemple typique du Murin de Bechstein (BARATAUD – 2006). Elles sont rarement rencontrées dans ces gîtes hypogés et il est quasiment impossible de trouver les gîtes naturels arboricoles qu'elles utilisent généralement sans en avoir la connaissance préalable (L. TILLON & al. - 2012).

Ces observations visuelles peuvent être complétées par des captures au filet, qui présentent un double avantage. Elles permettent de cibler ces espèces, plus difficilement observables, et de mener des études biométriques*, génétiques et sanitaires. (T. RUYS & Al. – 2014)

Le développement des outils de détection ultrasonore a permis de s'affranchir de ces limites en permettant l'identification à distance des individus, chaque espèce ayant des émissions caractéristiques (M. BARATAUD, 1996), via le stockage et l'analyse des ultrasons émis. Ces techniques demandent une compétence particulière dans l'étude des sonagrammes*, la distinction entre deux espèces pouvant être difficile. Cette caractéristique est une limite à cette méthode, de nombreux sons restant non identifiés, ou du moins ne permettent pas une identification spécifique. Par ailleurs, le coût des appareils peut être un frein à son développement (R. LEGRAND – 2006). Malgré cela, ces techniques fournissent aujourd'hui la grande majorité des données chauves-souris. En Rhône-Alpes, dans le cadre de l'atlas des chauves-souris, en 1998, à peine 15% des données étaient obtenues avec cette technique contre 65% en 2012 (LPO Rhône-Alpes - 2014). L'adaptation aux chiroptères des méthodes télémétriques a également apporté de nombreuses connaissances. (T. RUYS & Al. – 2014, L. TILLON & al. - 2012)

Dans cette partie, les différents protocoles utilisés sont présentés dans le détail, ils ne seront que cités dans la suite de ce rapport.

2.1.1 Les observations à vue

Ces méthodes d'inventaires n'obéissent généralement à aucune méthodologie particulière mais bien à une déontologie stricte pour limiter le dérangement sur les chauves-souris (limitation du bruit, ne pas respirer sous les individus en léthargie, éclairage réduit au possible, ...). Les gîtes connus sont régulièrement suivis (photo 1), qu'ils soient d'hibernation ou de parturition, au moins une fois par an. Les découvertes de cadavres font partie de cette catégorie d'observations mais leur particularité justifie une distinction.

Dans le cadre de la liste commentée nous avons seulement mis en place un protocole de suivi des ponts. Des transects routiers sont définis à l'avance et tous les ponts se situant dans le secteur sont visités. Les observations s'accompagnent d'une fiche qui doit permettre de rendre compte de



Photo 2 : observation d'un Murin de Daubenton lors de la visite d'un pont



Photo 3 : Femelle de Grand Murin capturée et équipée pour un suivi télémétrique

l'attractivité du biotope environnant, de la structure de l'ouvrage et de la présence ou non de chiroptères. Pour ces deux premiers critères une note sur 3 est attribuée qui servira à sélectionner les ouvrages devant faire l'objet d'un suivi plus régulier et éventuellement d'un aménagement pro-chiroptères en cas de travaux de rénovation prévus. Les visites des ponts nécessitent l'utilisation d'outils permettant d'améliorer la performance de la visite qui peut parfois se faire dans des conditions délicates que ce soit à cause du temps ou de la structure de l'ouvrage (hauteur, difficulté d'accès)

Liste du matériel : bottes, waders, fiches de terrain, lampe torche, miroir (qui permet de réfléchir brièvement la lumière dans une cavité inaccessible pour bien voir l'intérieur), jumelles, clé de détermination des chiroptères (*P. NYSSSEN, J.L. GATHOYE, G. SAN MARTIN – Natagora*) et un endoscope pour les cavités les plus profondes.

2.1.2 La capture temporaire

Cette technique consiste à attraper des individus en transit entre un gîte et un territoire de chasse ou directement sur celui-ci s'il permet la mise en place, assez encombrante, des filets. Ils sont généralement de type « filets japonais », semblables à ceux utilisés pour les oiseaux, avec des mailles fines de 19 à 30 mm et des poches dans lesquelles viennent se prendre les chiroptères. Cela demande une très grande attention dans la surveillance du dispositif et une formation adaptée au démaillage. Ces filets présentent l'avantage du prix et sont donc utilisés sur de grandes surfaces mais sont plus facilement détectés par les chauves-souris, notamment les espèces avec un système d'écholocation très pointu comme les Rhinolophidae. C'est pour cette raison qu'il est important de choisir l'emplacement des filets dans des corridors fréquemment utilisés, le long desquels les chauves-souris émettent moins d'ultrasons (*L. TILLON & al. – 2012*). Il s'agit entre autres d'allées forestières, de cours d'eau ou d'un passage sous les arbres dans un verger.

D'autres modèles existent comme le « harp trap » * qui peuvent prendre les chauves-souris en plus grand nombre, notamment en sortie de gîtes d'essaimage. (*Christian ROLLAND – 2012 Groupe chiroptères Isère, Roman PAVISSE - 2009*)

Ces captures ont permis de découvrir de nombreux éléments sur la biologie ou la morphologie des chauves-souris. C'est aussi une méthode d'études qui peut permettre de renseigner sur la reproduction d'une espèce dans une région donnée, en fonction de l'état sexuel des individus capturés.

Par ailleurs, associées aux méthodes de télémétrie et de télédétection, les captures rendent possibles de nouvelles recherches comme celle des gîtes pour les espèces arboricoles (*LEGRAND R., BERNARD M., BERNARD T. – 2006*). Le suivi télémétrique consiste en la pose d'un émetteur sur le dos d'un individu capturé à l'aide de colle vétérinaire. Il produit un signal, reçu par une antenne tenue par l'expérimentateur, qui va permettre de suivre géographiquement le porteur de l'émetteur. Il est ainsi possible de localiser l'emplacement où il se trouve, soit en s'y rendant précisément en suivant le signal, soit en utilisant la triangulation* (*Claire PARISE – 2010*).

Par exemple, dans le Cantal, sur la ZSC des Grivaldes FR 8302015, l'association de ces deux techniques ont servi à mettre en évidence des terrains de chasse pour le Grand Murin, donc de cibler des priorités pour les contrats forestiers (*Alter Eco – 2012*) et de découvrir une nouvelle colonie pour cette espèce (*Alter Eco – 2014*)

Les caractéristiques des individus capturés sont conservées dans des fiches de capture (formulaire MCC10) où sont renseignés l'espèce, la biométrie, l'état sexuel ainsi que des données sur le point de capture (météorologie, habitats). Ce sont ces fiches qui sont utilisées pour saisir les données obtenues par cette méthode.



Photo 4 : Anabat SD1 utilisé pour certaines écoutes



Photo 5 : SM2 en position en milieu forestier pour une écoute sur nuit complète

2.1.3 Les méthodologies de détection ultrasonores

Contrairement aux méthodes visuelles et à la capture au filet, qui peuvent entraîner des désagréments pour les individus, l'utilisation de détecteurs d'ultrasons est beaucoup moins invasive et dérangement. On peut distinguer deux grandes catégories, la détection active, lorsque l'appareil est tenu en main, qui peut donc générer un effet observateur, et la détection passive.

Les méthodes d'enregistrement sur poste fixe.

Ce protocole a pour principal objectif d'établir une liste d'espèces, ou de groupes d'espèces, pour un type d'habitat ou milieu donné, à une date ou une période précise. Elle permet aussi, sur un pas de temps plus large (plusieurs nuits) d'approcher de la notion d'abondance en mesurant un indice d'activité comparable d'un milieu à l'autre. C'est de la détection passive qui consiste en un enregistrement stéréo de son direct avec une fréquence d'échantillonnage de 0 à 96 kHz sur un pas de temps à définir, généralement au moins sur une nuit complète et donc, sur un point fixe. Le matériel utilisé est un SM2 bat ou SM2 bat+ de Wildlife Acoustics (photo 5) accompagné du logiciel Song meter qui doit permettre le paramétrage de l'appareil (*T. DARNIS – 2014*). Celui-ci peut aussi se faire manuellement. D'autres équipements sont nécessaires:

- 2 jeux de 4 piles de type D de 1A chacune
- 2 cartes SD 32 Go
- 1 kit de sécurité (caisson de protection + antiviol)
- 2 micros ultrasonores SMX-US de chez Wildlife Acoustics
- 2 câbles rallonges de 50m

Cette méthodologie peut être mise en place dans le cadre de protocoles clairement définis pour des études particulières. Parmi eux, le protocole MCD100 de l'ONF peut être cité à titre d'exemple. (*T. DARNIS – 2014*)

C'est aussi le cas pour un suivi proposé par le programme Vigienature. Il s'agit du Suivi des chauves-souris communes en poste fixe, du MNHN de Paris. Il est semblable au STOC-EPS pour les oiseaux. Le MNHN tire au sort un carré de 4 km² dans lequel l'observateur détermine des placettes d'études dont le nombre dépend du temps et du matériel disponible. Il y effectue 2 écoutes en poste fixe sur une nuit complète, chacune à des périodes de l'année différentes qui sont fin Juin – Juillet et Août - Septembre. (*Christian KERBIRIOU & AI – 2014*)

Je n'ai pas mis en pratique ces protocoles précis au cours de mon stage mais certaines données de la base ont été obtenues ainsi, raison pour laquelle j'y fais allusion ici.

La méthodologie poste fixe peut aussi se faire par le biais d'écoutes actives grâce à la paire détecteur (de type D240X de chez Petterson ou tranquility transect « TT » par exemple) / enregistreur. D'autres appareils présentent l'avantage d'avoir cet enregistreur intégré au boîtier principal ce qui réduit le déploiement de matériel sur le terrain. C'est le cas de l'EM3 (autre appareil produit par Wildlife Acoustics) ou de l'anabat (photo 4) de Titley Scientific. Cette technique a permis d'obtenir de nombreuses données de détection incluses dans la base, dont celles que j'ai recueillies lors de ma phase de terrain. Pour celles-ci, la durée des points d'écoute a été fixée à 10 minutes.

Les méthodes de transects

Les transects peuvent être effectués à pied ou bien en voiture, en fonction de la distance à parcourir, du type de milieu, et de l'accessibilité au site. Il s'agit d'une technique d'écoutes actives qui

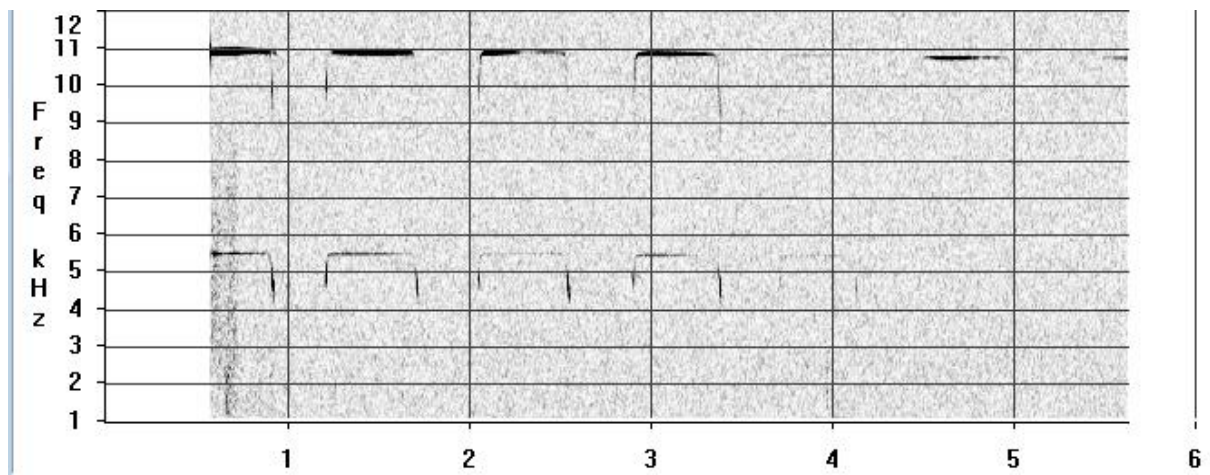


Figure 2 : sonagramme de Petit Rhinophe sous Syrinx

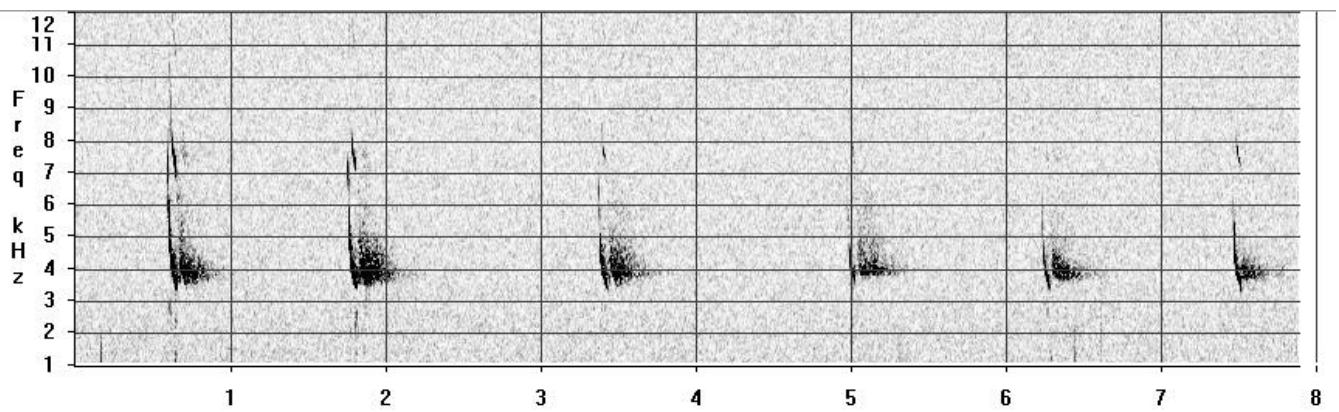


Figure 3 : sonagramme de Pipistrelle de Kuhl sous Syrinx

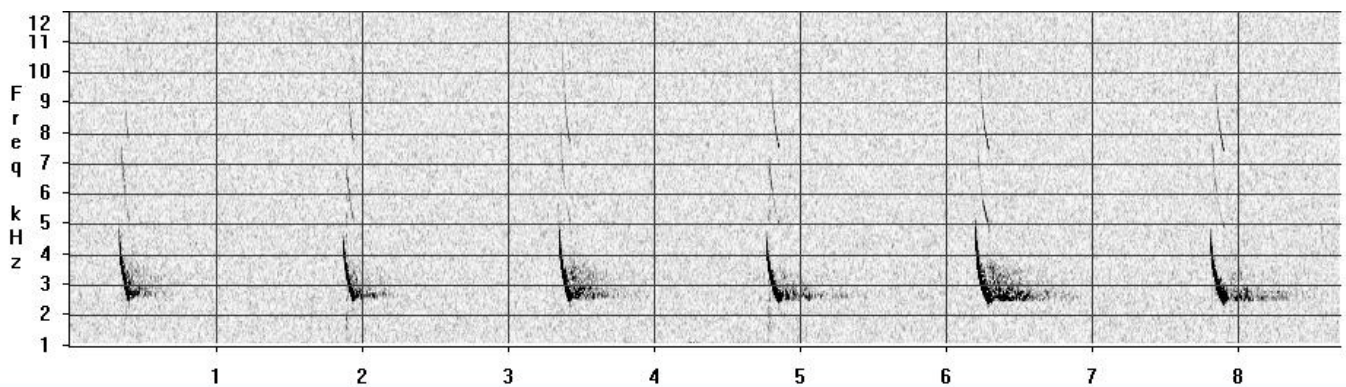


Figure 4 : sonagramme de Sérotine commune sous Syrinx

nécessitent aussi un détecteur (Tranquility transect, anabat, D240X) et un enregistreur si nécessaire. Le programme Visio-nature et le MNHN proposent aussi des protocoles utilisant l'une et l'autre des méthodes. (*Christian KERBIRIOU & Al – 2014*). Au cours de mon stage, je n'ai pas utilisé ces protocoles particuliers mais j'ai effectué quelques transects routiers en se déplaçant d'un point d'écoute à un autre.

Toutes ces techniques présentent le point commun d'enregistrer les ultrasons émis par les chiroptères qui passent à proximité. La distance de détection dépend en grande partie de la fréquence du son et donc, de l'espèce. Ils sont mémorisés sous différents fichiers, entre autre le WAC 0 dans le cas du SM2 ou directement en WAV pour le TT. Leur analyse nécessite l'utilisation de plusieurs logiciels. (*T. Darnis – 2014*)

Logiciel	Rôle
Kaleidoscope 1.1.17	Permet de décompresser les fichiers mémorisés depuis le format WAC0 d'origine en format WAV.
Scan'R	Scannage des sons qui doit permettre l'analyse détaillée ultérieure. Lors de cette étape en moyenne 10% des sons peuvent être perdus. Le programme est « un compromis optimal pour la reconnaissance des cris de chiroptères » et donc certains sons peuvent ne pas être reconnus d'où les 10% surtout à cause des conditions d'enregistrement. Chaque cri sera scanné selon 18 critères qui permettront l'identification de l'individu.
R	Le MNHN fournit un script de reconnaissance automatique des sons basé sur l'analyse statistique de ces 18 critères. Il fournit un indice de confiance, pour chaque son, compris entre 1 et 10. Cette méthode est encore très imparfaite
BatSound, Syrinx, ...	Un logiciel d'analyse détaillée des sons de chiroptères. Pour confirmer l'analyse statistique, l'étude « manuelle » des 18 critères doit venir la compléter pour pouvoir conclure avec davantage de certitudes (Figs.2 à 4).

Tableau 1: présentation des logiciels d'analyse (*T. DARNIS – 2014*)

J'ai pu expérimenter ces trois grands types de méthodes d'inventaires, et les journées de terrain (sessions sur 2 - 3 jours par secteur) étaient conçues de façon à optimiser le temps passé sur place en fonction des différentes contraintes de ces techniques.

Répartition horaire	Activité
Jour 1 - Matin	Préparation du parcours à effectuer à l'aide de cartes IGN au 1 :25000 avec un pré-repérage des principaux ponts à visiter et sélection des différents points d'écoutes et transects
Jour 1 – 15h/19h	Visite de ponts et repérage des routes sur lesquelles des transects routiers sont prévus dans la nuit
Jour 1 – 19h/22h	Mise en place du détecteur SM2 sur la placette sélectionnée à l'aide des cartes ou en un endroit repéré au cours de la journée
22h/5h30 max.	Réalisation des points d'écoutes et transects choisis sur carte (auxquels s'ajoutent éventuellement d'autres repérés dans la journée) à l'aide du couple tranquility transect + enregistreur Zoom puis Anabat
Jour 2 – 8h/9h	Retrait du SM2 de la placette et remplissage de la fiche habitat pour caractériser précisément le site
Jour 2 – 9h/...	Visite d'un maximum de ponts présents sur le secteur.

Tableau 2: répartition journalière des activités

2.2 Méthodologie pour la base de données.

En vue de faire le point sur les connaissances chiroptérologiques recueillies sur le Cantal par l'association Alter Eco et ses principaux collaborateurs, une base de données a d'abord été constituée pour structurer toutes les informations disponibles depuis 1988. Cela doit aussi permettre d'optimiser l'exploitation de ces données dans l'optique de la liste commentée. La constitution de cette base à partir des données existantes constitue donc la première phase du travail.

L'interface de saisie d'observations de mammifères, habituellement utilisée en interne par les naturalistes de l'ONF, a servi de modèle pour la constitution de la base de données qui sera nommée **BDD_chiros15**. Elle possède plusieurs champs, permettant de renseigner très précisément chaque donnée dont certains sont obligatoires. Il s'agit de la localisation précise du point d'inventaire, de la date, de l'observateur et du taxon, le plus précis possible. Ces champs sont présentés avec plus de détails en annexe 2. La base est au format *xls*. mais la possibilité de remplir les coordonnées X et Y (selon le système de projection officiel pour la France métropolitaine et la Corse Lambert 93) a servi à la convertir en *Shapefile*. Cette conversion permet le traitement cartographique des données à l'aide du logiciel QGis 2.0 (licence libre). Par ailleurs, toutes les localisations, points d'écoutes, galeries, ... sont géolocalisés dans une couche *shapefile* spécifique « localitésBDD15.shp » de type ponctuelle qui a permis de mesurer leurs coordonnées.

2.2.1 Origine et support des données traitées

Pour cette liste commentée, environ 3 000 données ont été rentrées BDD_chiros15. Elles sont issues de supports, de sources et de méthodes d'inventaires diverses.

- ❖ Une base de données d'Alter Eco sur la période 1988 - 2001. Elle correspond aux dates les plus anciennes qui sont répertoriées même si jusqu'en 1998 elles ne représentent qu'un nombre marginal avec seulement 108 données. Cette base constitue un antécédent à celle que nous avons construit et, par conséquent elle regroupe tous les types de données (détection, suivi de gîtes, capture, ...)
- ❖ Les carnets de terrain de Joël BEC, naturaliste et spécialiste des chauves-souris à Alter Eco. Pour ce support, seules les données postérieures au 01/01/2002 ont été prises en compte pour éviter les doublons avec la base précédente. Ils contiennent des données très dispersées, réunies plus ou moins aléatoirement en fonction des occasions mais aussi des suivis plus réguliers de gîtes d'hibernation ou d'estivage.
- ❖ Les programmes de protection des chiroptères et de leurs gîtes lors des rénovations de ponts routiers départementaux. Alter Eco est missionné depuis 1999 par le Conseil général du Cantal pour faire des expertises sur les ponts visés par des rénovations afin de préconiser ou non des aménagements pro-chiroptères. Ces documents apportent beaucoup de données 0.
- ❖ Une base de données pour certaines mines de l'Est du département. En collaboration avec Thomas Darnis de l'ONF, Alter Eco a constitué une base pour chaque galerie des mines de Scouffour, Borie, Fournial, Vèze, Conche, Auriac et Croix d'Astrie. Les mines sont suivies chaque année car elles constituent des milieux favorables à l'hibernation des chauves-souris. Les effectifs annuels, pour chaque espèce, sont rentrés dans cette base, du moins pour les 7 complexes miniers cités.
- ❖ Les fiches de captures. Lors de chaque session de capture au filet, une fiche est remplie où une ligne correspond à un individu. Ces données sont aussi rentrées dans BDD_chiros15 et, parallèlement dans une autre base qui centralise tous les individus capturés avec leur biométrie.

- ❖ Toutes les données provenant d'études plus précises, qui ont été menées par Hervé Picq et Joël Bec d'Alter Eco ou Thomas DARNIS de l'ONF. La plupart correspondent à de la détection et sont stockées dans des fichiers au format *txt.* ou *xls.* et sont alors facilement exploitables.
- ❖ Les informations provenant de 25 autres observateurs mais qui représentent aussi une petite quantité avec 143 données au total.
- ❖ Celles que j'ai moi-même recueillies au cours de mon stage et dont le nombre s'élève à 338 données dont 148 données d'absence, pour la plupart obtenues sous des ponts.

2.2.2 Méthodologie particulière

Pour plusieurs données, nous avons dû utiliser des méthodologies spécifiques afin d'éviter la perte de certaines informations qu'elles peuvent nous apporter.

C'est le cas pour le traitement des données minières dont certaines étaient déjà prises en compte dans une autre base (cf. : 2.2.1 : Origine et support des données traitées p.9). Pour les mines concernées, seuls les effectifs maximums pour chaque espèce et pour chaque galerie, avec précision de l'année, ont été saisies dans BDD_chiros15. Toutes les données le sont pour les autres mines car ces observations n'ont jamais été numérisées.

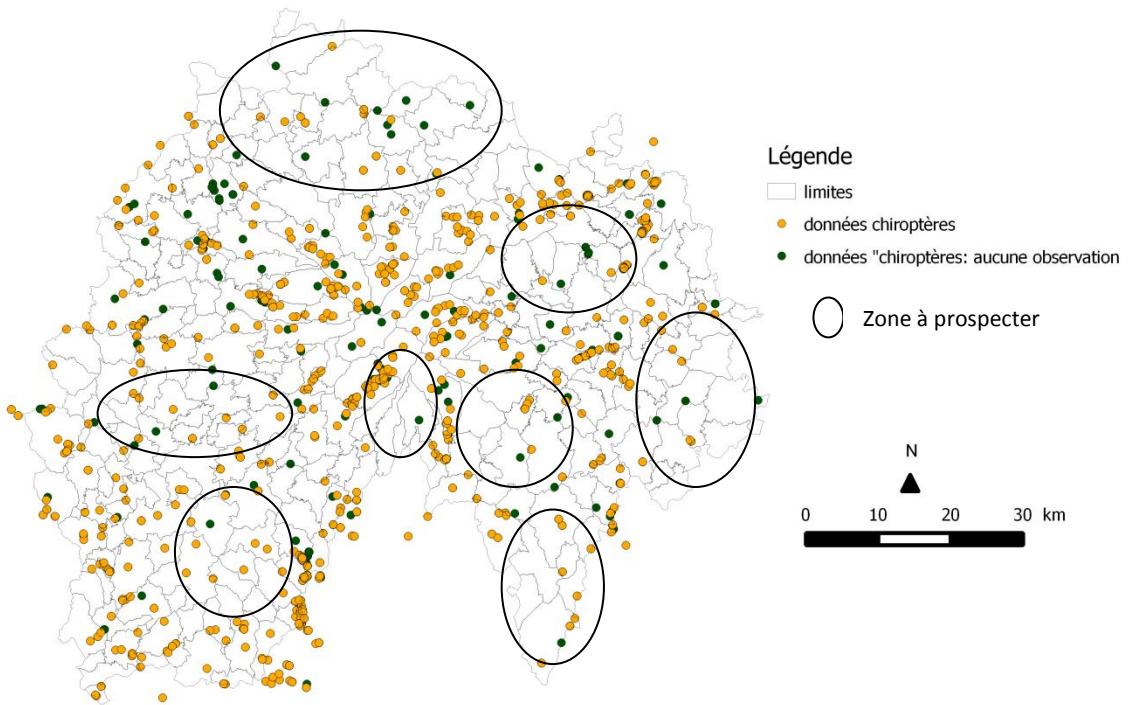
Certaines données de détection obtenues par le biais d'un SM2 ou d'un EM3 ont aussi fait l'objet d'un traitement spécial. Lors du traitement, les informations contenues dans les fichiers WAV peuvent être stockées sous 3 formes différentes et chacune sera exploitée de manière différente pour la base.

- Sous forme de liste d'espèce, pour un point d'écoute, au format *txt.* C'est la forme la plus simple à exploiter et les données sont numérisées sans information particulière en plus.
- Sous une forme où chaque contact est pris en compte, généralement en *.txt.* On considère alors qu'un contact correspond à une séquence de 5 secondes (*BARATAUD – 2012*). Dans ce cas, s'il est difficile de faire une estimation de l'effectif, il est toujours possible de mesurer l'activité horaire en faisant le rapport du nombre de contact sur la durée d'écoute. Cette valeur, en contact/heure, est notée dans le champ spécifique « activité horaire » et il est bien précisé dans « commentaire sur l'observation » la période sur laquelle elle est mesurée.
- Dans un tableau *xls.* C'est un tableau qui est obtenu après un passage des fichiers WAV dans les procédures Scan'R et R. Il contient une identification spécifique de chaque son accompagnée d'un indice de confiance (IC) et d'un lien hypertexte ramenant au fichier WAV concerné. Ce lien permet de vérifier sous Syrix (ou autre logiciel d'analyse) les sons avec des indices de confiance insuffisants, c'est-à-dire inférieurs à 6 pour les espèces communes, ou les sons qui donnent des espèces bien plus rares dans le Cantal comme *Miniopterus schreibersii* ou *Vespertilio murinus*. A la fin de toute la procédure, on obtient aussi une liste d'espèces qui sera traitée comme vu au premier point.

Ces données ne permettent pas de renseigner un effectif et les champs « nombre d'individus » restent vides dans un premier temps. Mais pour le traitement cartographique, il a fallu leur attribuer un effectif qui par défaut est fixé à 1.

Pour les villages et agglomérations, des coordonnées et un nom de localisation communs réunissent, le cas échéant, tous les points d'inventaires qui purent y être fait. C'est le cas quand il existe plusieurs gîtes anthropiques (maisons), régulièrement suivis, au sein d'un même village. Ce choix a été fait pour simplifier les localisations exactes des points d'inventaires. Il n'est en effet pas simple de repositionner sur des cartes toutes les maisons visitées avec précision. Par ailleurs, le fait

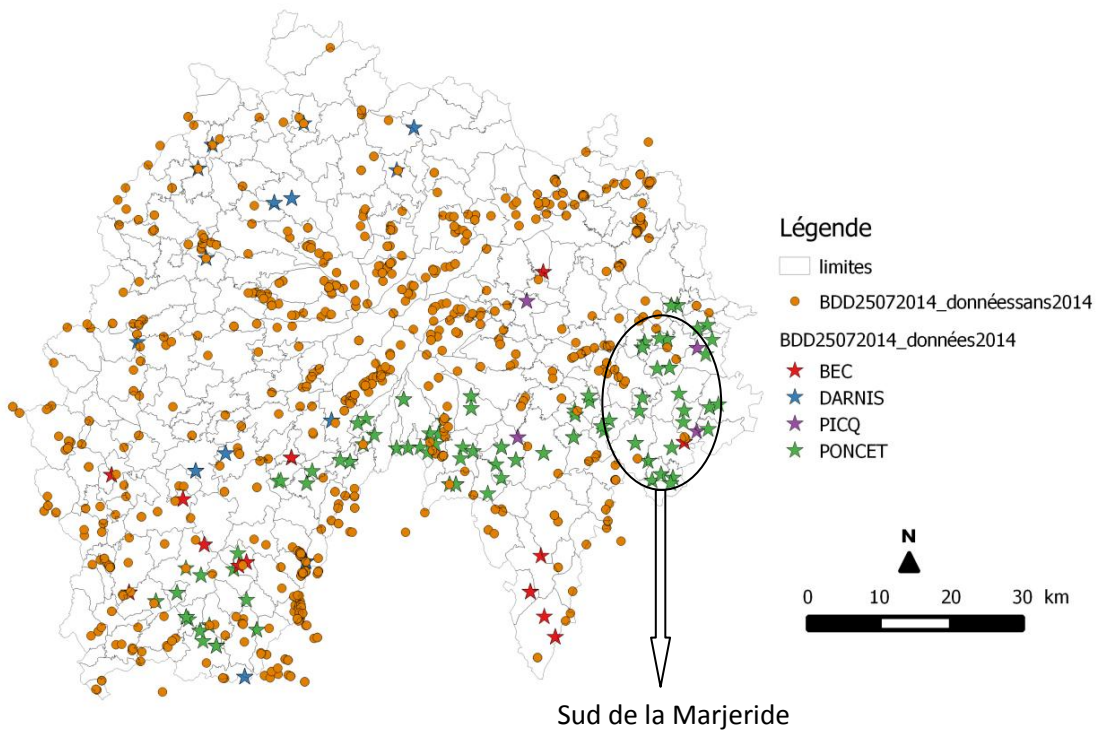
Répartition des données obtenues avant 2014



Réalisation: E. PONCET 2014 - Source: Alter Eco 2014

Carte 3 : localisation des données obtenues avant 2014 et des zones à prospecter

Répartition des données obtenues en 2014



Réalisation: E. PONCET 2014 - Source: Alter Eco 2014

Carte 4 : mise en évidence des prospections effectuées en 2014

de tout mettre sous des mêmes coordonnées n'a pas vraiment d'impacts dans l'analyse cartographique puisque l'habitat reste identique, du moins à l'échelle départementale. Néanmoins, il était important de distinguer dans BDD_chiros15 ces différentes gîtes pour pouvoir faire des comparaisons d'effectifs dans le temps. Une précision est donc apportée dans le champ « commentaire sur la localisation ».

La première phase du remplissage de BDD 15 s'est achevée fin avril 2014 avec la numérisation de la plupart des données antérieures. A l'issue de ce travail, les premières cartes ont permis de mettre en évidence une inégalité dans la couverture géographique du département, certaines zones étant dépourvues de données. La carte 3 présente l'état de la couverture géographique avant le début des prospections 2014. Elle tient compte des données d'absence, ce qui ne sera pas le cas de toutes les cartes publiées dans la suite de ce rapport. L'effort d'échantillonnage a donc été porté sur ces zones lors de la brève période d'un mois disponible pour les inventaires avant la date définie pour la clôture de la saisie des données.

C'est par exemple le cas dans la partie Sud de la Margeride, avec très peu de données antérieures à cette phase d'études. En 2014 les principaux villages (chefs-lieux communaux) ont été prospectés de façon à avoir une bonne couverture géographique. Parallèlement à cette première ambition, une autre analyse a révélé un déficit de données pour les milieux ouverts et forestiers. Ainsi, sur des régions ayant un déficit de données, des points d'écoutes – actives ou passives – ont aussi été faits sur ces milieux qui souffrent à l'échelle départementale d'un manque de connaissance. Le tableau 3 présente en détail et en exemple, le travail qui a été effectué sur le Sud de la Margeride au cours du mois de Juin 2014.

	Villages	Milieu forestier	Milieu ouvert	Milieu humide
Ecoute active	15	5	6	-
Ecoute passive	-	4	-	1

Tableau 3 : Répartition des points d'écoutes sur le Sud de la Marjeride en 2014

La carte 4 résume l'ensemble des travaux pour l'année 2014, et la répartition globale de tous les points d'inventaires contenues dans BDD_chiros15.

2.3 Le cokrigeage

L'objectif de ce travail est double. Il s'agit de faire le point sur les connaissances actuelles en matière de chiroptères et, à partir de là, prévoir ce qui doit être fait à terme pour les améliorer. Dans cette optique un outil utilisable est le cokrigeage simple. Cette méthode consiste en une interpolation cartographique de la probabilité de présence des différentes espèces de chauves-souris, basée sur une analyse statistique multivariée. Il s'agit d'améliorer les prédictions qui peuvent être obtenues via un krigeage simple en intégrant, en plus de la variable principale, d'autres paramètres, qui vont permettre d'affiner (*D. MARCOTTE – 2003*)

Le calcul de base du krigeage crée une carte de surface continue de probabilité de présence des espèces à partir de la mesure de similitude (distance inverse pondérée) entre des points d'inventaire géolocalisés et stockés dans une couche de points. Dans notre cas, les points représentent la localisation et les effectifs des espèces de chauves-souris. Le traitement quantifie l'autocorrélation spatiale parmi des points mesurés selon la méthode de la distance inverse pondérée (ou la méthode des voisins les plus proches). Ce calcul part du principe que les points proches sont

plus semblables que ceux qui sont plus éloignés. Pour prévoir (ou prédire selon une probabilité de présence) une valeur pour n'importe quel emplacement non mesuré, cette méthode utilise les points à proximité de l'emplacement de prédiction. Les points les plus proches à l'emplacement de prédiction ont plus d'influence sur la valeur prévue que ceux plus loin. La méthode suppose que chaque point mesuré a une influence locale qui diminue avec la distance, d'où le nom donné à cette méthode (distance inverse pondérée).

Cependant, la répartition et les effectifs de chauves-souris sont positivement corrélés aux habitats naturels qu'elles fréquentent (C. KERBIRIOU & Al. – 2014). Il a donc été décidé de rajouter cette variable, les habitats naturels, afin que le modèle rende mieux compte de la réalité. Les points les plus proches sur un même type d'habitat ont ainsi plus de poids dans le modèle que des points proches dans des habitats différents. Au final, c'est donc bien un cokrigeage simple mêlant les points d'inventaires et les habitats naturels qui a permis de produire les cartes de probabilité de présence. Ainsi, si les points d'inventaires pour une espèce sont inégalement répartis entre les différents habitats du Cantal, la probabilité de présence de l'espèce dans les habitats où elle a été davantage contactée sera plus forte que dans les habitats où l'espèce n'a pas été contactée.

Ces cartes ont été réalisées à l'aide du logiciel ArcGIS Arcinfo 10 et de son extension Geostatistical Wizard de l'ONF par Thomas DARNIS assisté de Joël BEC et de moi-même. Cet outil est un ensemble dynamique de fenêtres conçu pour guider vers le meilleur choix possible dans le processus de construction du modèle d'interpolation. Une carte de probabilité est accompagnée de sa carte d'erreur qui va représenter, pour chaque point, l'intervalle de confiance de l'estimation.

Dans le cadre de ce travail, la variable principale correspond aux effectifs observés pour chacune des données. Elle est issue de la couche d'information (BDD25072014.shp) créée à partir de BDD_chiros15.xls (*E. PONCET – 2014*). Les cartes étant faites pour chaque espèce (ou groupe d'espèce dans certains cas), un simple filtre sur le champ TAXON permet de sélectionner uniquement les données mentionnant la ou les espèces concernées. La variable auxiliaire est l'identifiant des habitats selon le CLC 2006 (couche Corine Land Cover 2006 téléchargeable gratuitement sur le site du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie) pour le département du Cantal.

Néanmoins, le fait d'utiliser les effectifs, peut procurer à certaines données un poids supérieur à d'autres. C'est par exemple le cas si on compare une donnée visuelle d'une colonie de 30 individus à une donnée détection, qui par défaut représente un individu. Cela peut se conclure par de fortes probabilités de présence pour une espèce dans un milieu qui, a priori, ne lui est pas favorable.

Ce biais aurait pu être contourné en utilisant juste les notions de présence/absence, ce qui équivaldrait à dire qu'une donnée correspondrait à un individu (la méthode du cokrigeage nécessitant des variables numériques). Il a été choisi de ne pas le faire puisque l'objectif final n'est pas de déterminer les espaces les plus favorables à une espèce, mais de mettre en évidence les secteurs où sa probabilité de présence est la plus élevée. Ainsi, il apparaît logique que la périphérie d'un point abritant une colonie connue ressorte avec une forte probabilité. Même si le milieu n'est pas favorable, cet espace sera forcément utilisé en sortie de gîte, ne serait-ce qu'en transit vers des territoires de chasse qui eux correspondent plus aux exigences de l'espèce en question.

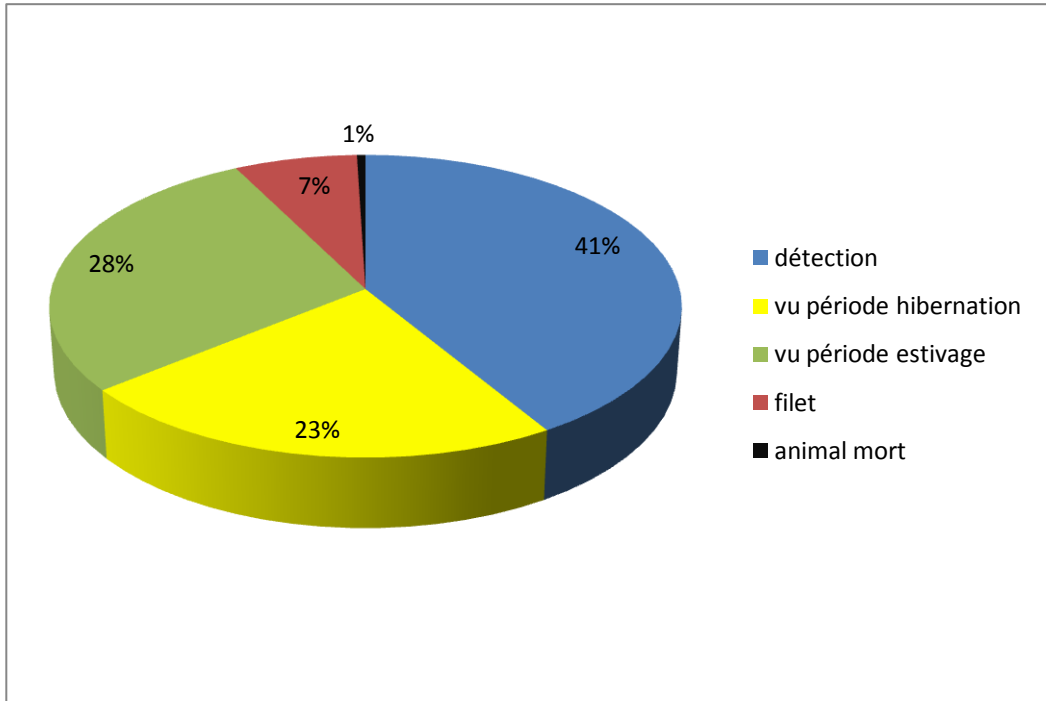


Figure 5 : part dans le jeu de données de chaque méthode d'inventaires

3 Présentation et exploitation des résultats

L'analyse des résultats obtenus grâce à l'exploitation de BDD_chiros15 se fait en deux temps. Tout d'abord, une discussion qui porte sur l'ensemble du jeu de données, sans distinction d'espèces doit permettre de faire le point sur les connaissances globales. Cela porte sur la représentativité des espèces, la couverture géographique ou l'évolution de la pression d'observation. Par la suite, le travail doit porter sur chaque espèce, en l'occurrence ici uniquement la Barbastelle d'Europe.

3.1 Résultats

3.1.1 27 espèces répertoriées

Plus de 20 années d'observations et de travaux ont permis de répertorier 3092 données chauves-souris dans le Cantal selon les différentes méthodes (Fig.5). Elles concernent 27 espèces, plus ou moins représentées dans l'ensemble du jeu de données avec 421 mentions pour le Petit Rhinolophe contre 1 seule pour la Sérotine de Nilsson. Le nombre de données pour chacune des autres espèces est compris dans cet intervalle.

Espèce (nom latin)	Nbe données
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	247
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	421
<i>Rhinolophus</i>	4
<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	116
<i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	1
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	225
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	28
<i>Myotis sp</i>	40
<i>Myotis de grande taille</i>	41
<i>Myotis (brandtii ou mystacinus)</i>	22
<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001	20
<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	14
<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	2
<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)	5
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	230
<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)	83
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	46
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	76
<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	141
<i>Nyctalus</i>	5
<i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)	20
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	84
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	6
Sérotule	2
<i>Pipistrellus</i>	27
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	201

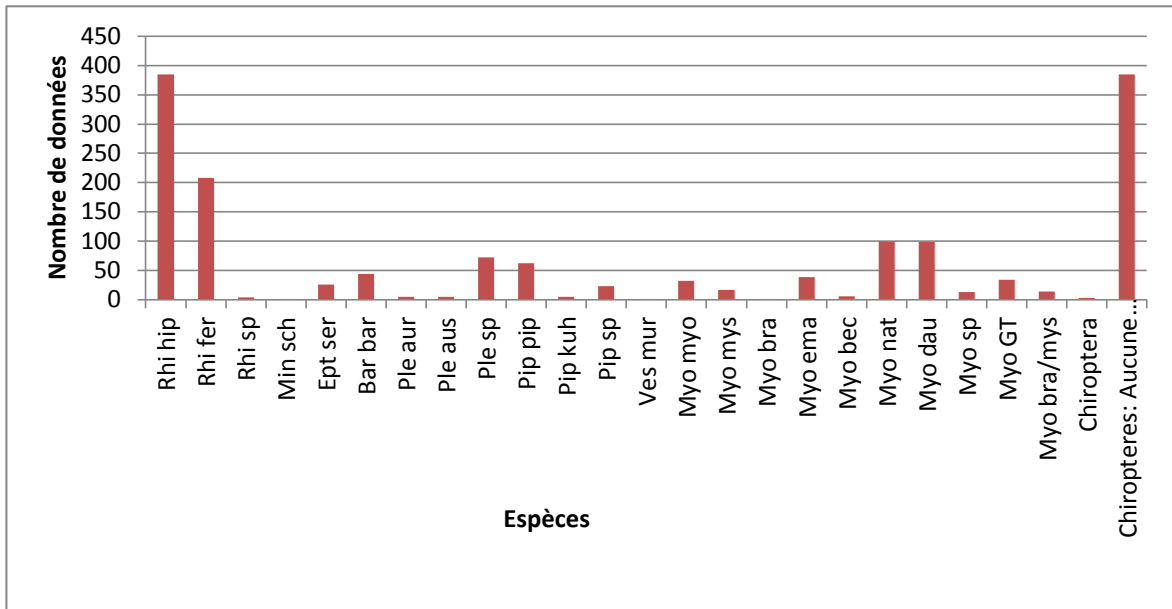


Figure 6 : nombre des données de type « Vu » pour chaque espèce

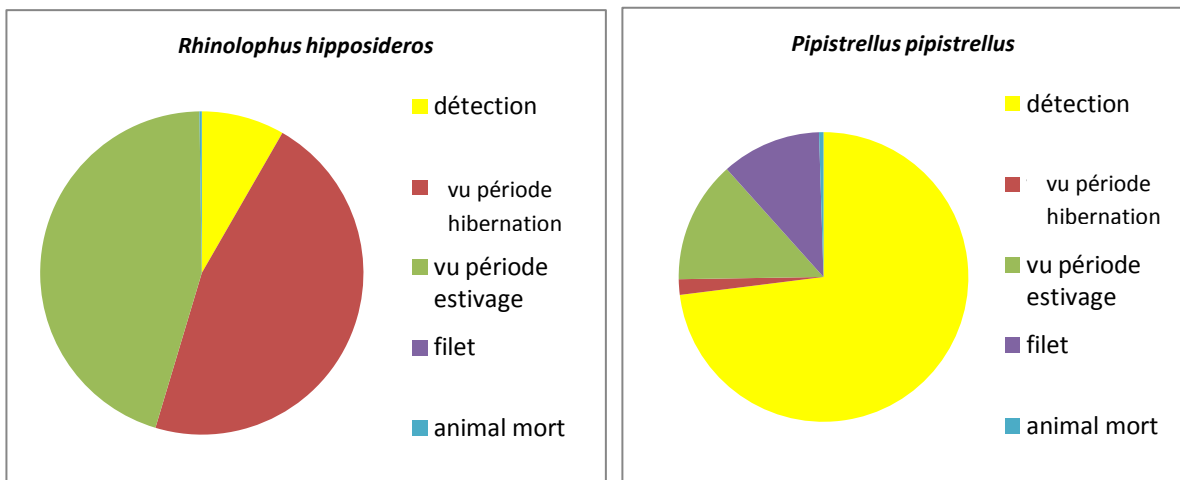


Figure 7 : répartition des données pour la Pipistrelle commune et le Petit Rhinolophe en fonction de la méthode d'inventaires

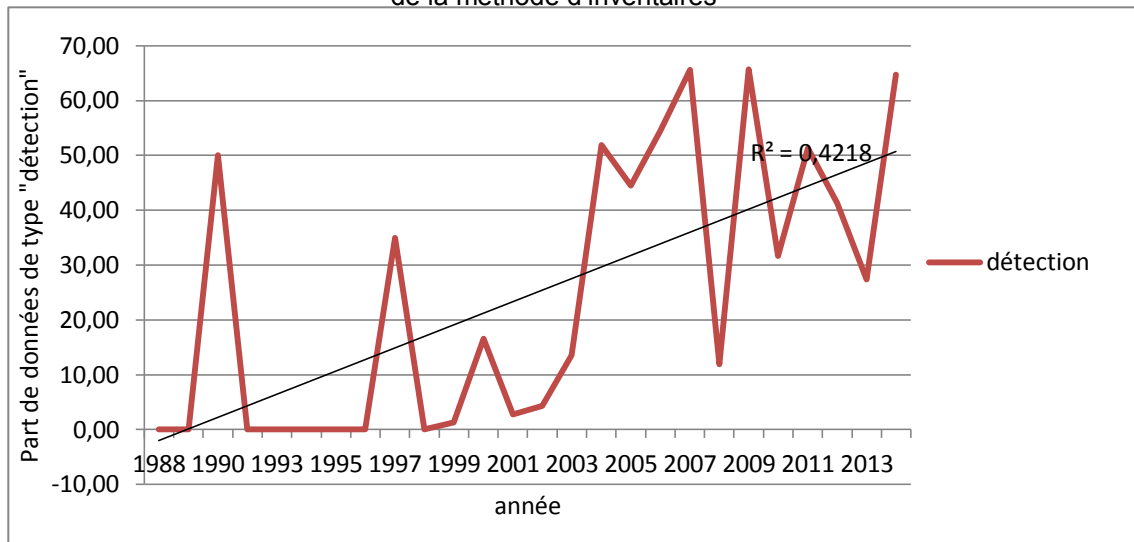


Figure 8 : évolution de la part des données de type « détection »

<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	4
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	404
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	10
<i>Plecotus</i>	94
<i>Plecotus austriacus</i> (J.B. Fischer, 1829)	14
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	28
<i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	12
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	2
Chiroptera	3
Chiroptères: Aucune observation	412

Tableau 4 : répartition du nombre de données par espèce

Le tableau 4 représente la répartition des données pour chaque espèce. En moyenne on obtient 74 données par espèce. Une grande dispersion autour de cette moyenne (écart type = 109,22) traduit un déséquilibre du jeu de données en faveur de certaines espèces. Le champ « chiroptères : aucune observation » n'a pas été pris en compte pour ces calculs. Les espèces les plus fréquentes correspondent aux plus communes (JULIEN J.F., KERBIRIOU C. & Al. – 2006) comme les Pipistrelles, la Sérotine commune ou le Murin de Daubenton.

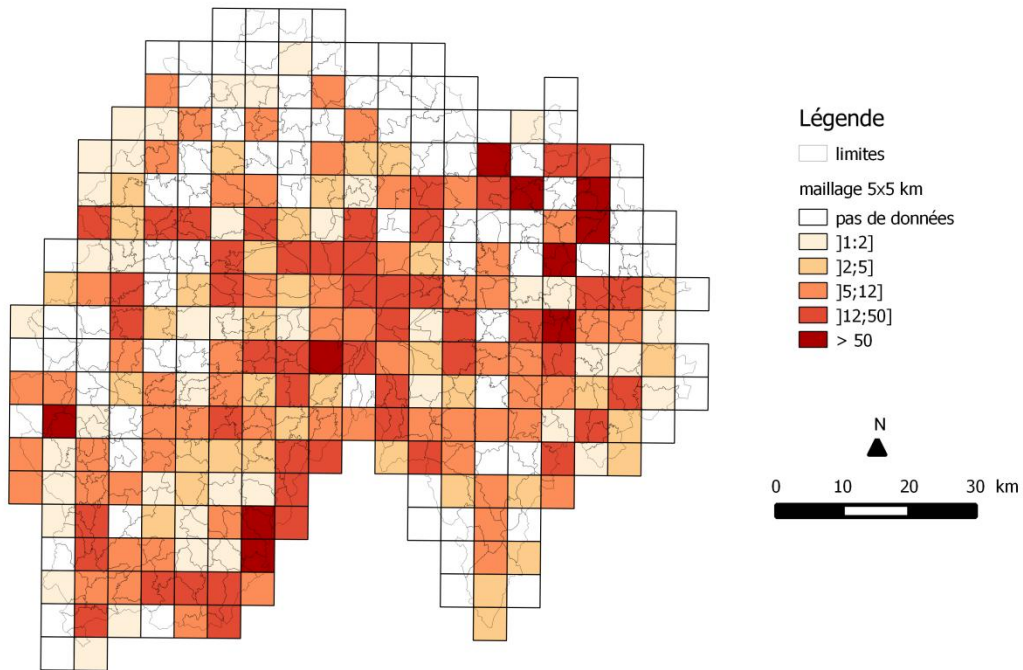
D'autres espèces, notamment les Rhinolophidae, comptent de nombreuses données en raison de leur biologie (F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004) et de la méthodologie de remplissage de la base. Ce sont des espèces qui hibernent ou mettent bas dans des gîtes hypogés (par exemple des mines en hiver et des habitations en été). Ce sont des sites qui font l'objet d'un suivi annuel et les résultats de tous ces suivis (à l'exception de quelques mines cf. : 2.2.2 : Méthodologie particulière p.10) sont numérisés dans BDD_chiros15. Ce sont souvent les mêmes espèces qui sont contactées d'où le nombre de données importants pour elles. Cela concerne principalement le Petit Rhinolophe, le Grand Rhinolophe et dans une moindre mesure le Murin de Natterer, la Barbastelle d'Europe ou *Plecotus sp.* Cela est visible dans la répartition des données « Vu » où ces quelques espèces ressortent (Fig. 6).

Le Murin de Daubenton est également bien représenté ici en raison du protocole spécifique de suivi des ponts. C'est en effet une des espèces qui occupent le plus fréquemment ce type d'ouvrage (L. ARTHUR, M. LEMAIRE – 2002). C'est aussi pour cette raison qu'on note un grand nombre de données 0. Effectivement, 68% des visites de pont se sont conclues par une absence de chiroptères. Ces données d'absence ne seront plus prises en compte dans les analyses et calculs qui suivent.

La répartition des données en fonction de chaque méthode d'inventaire révèle des différences interspécifiques (Fig. 7) qui vont en grande partie dépendre de l'écologie et des comportements de chaque espèce. Le tableau général de cette répartition est en annexe 4.

On constate aussi une augmentation de la part des données issues de protocoles de détection ultrasonore, ce qui est en accord avec la tendance observée dans d'autres régions (cf : 2.1 – les méthodes d'inventaires des chiroptères p.5). Elles représentent 2.8 % en 2001, sur un total de 70 données contre 64.8% en 2014 avec 494 données. Le graphe de la figure 8 montre une augmentation plutôt de type linéaire. Le coefficient de détermination est faible mais il augmente à 0.62 si on ne tient pas compte des années 1990 et 1997. Les faibles nombres de données (2 en 1990 et 20 en 1997) sur lesquelles les pourcentages sont calculés expliquent la part importante voire aberrante de la détection sur ces deux années.

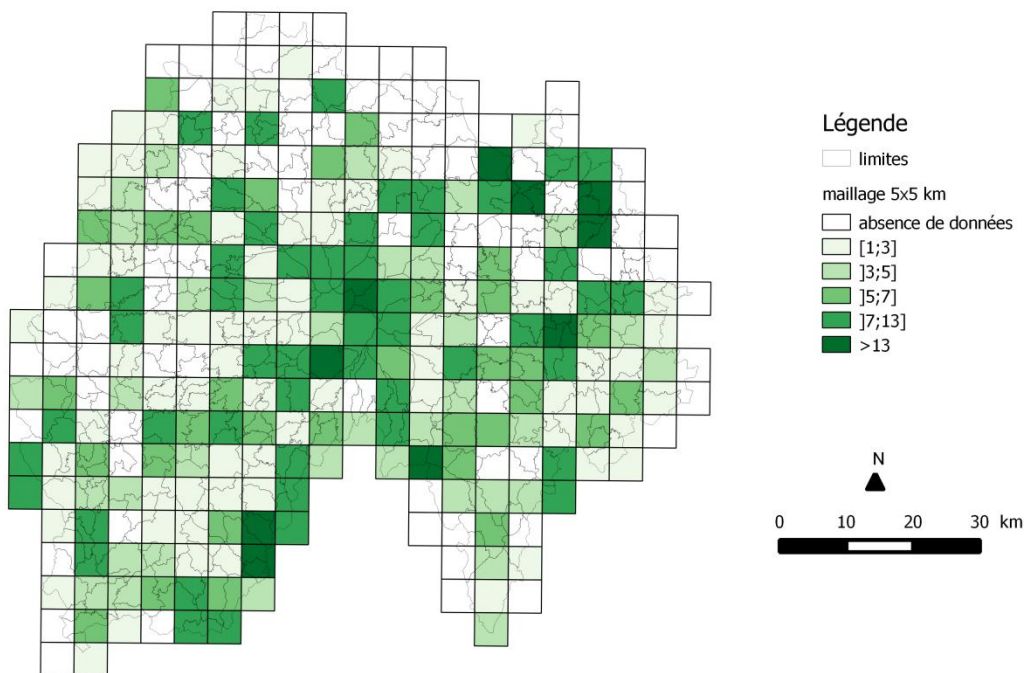
Représentation du nombre de données obtenues par maille de 5 x 5 km



Réalisation: E. PONCET 2014 - Source: AlterEco 2014

Carte 5 : représentation du nombre de données obtenues par maille de 5 x 5 km

Représentation du nombre d'espèces repertoriées par maille de 5 x 5 km



Réalisation: E. PONCET 2014 - Source: Alter Eco 2014

Carte 6 : représentation du nombre de données répertoriées par maille 5 x 5 km

3.1.2 Couverture géographique du département

Toutes ces données sont dispersées sur l'ensemble du département. Pour rendre compte de cette couverture géographique, une grille avec des mailles 5km x 5 km a été utilisée sous le logiciel libre QGis. 69,7 % des mailles ont été prospectées et disposent par conséquent d'au moins une donnée. Parmi celles-ci, la moyenne est de 13 données, la variance de 444. Cela traduit une forte dispersion autour de cette valeur moyenne avec un maximum à 203 et un minimum de 1 pour 19 mailles.

Ainsi, ce maillage permet de mettre en évidence des secteurs avec un grand nombre de données alors que d'autres en sont totalement dépourvues. Les intervalles ont été définis avec la méthode des moyennes emboîtées. Trois « pools » ressortent, le nord-est, la vallée du Goul en bordure aveyronnaise et la vallée de la Cère entre le massif du Cantal et la ville d'Aurillac (carte 5).

Les explications, justifiant des pressions d'observation plus importantes, sont différentes pour chacun de ces 3 endroits. De nombreuses mines d'extraction, aujourd'hui abandonnées et propices à l'hibernation des chauves-souris, sont présentes dans ce secteur Nord-est (Scouffour, Ouches, ...) et dans la vallée du Goul (Teissières, Caylus, Leucamp). La méthodologie de remplissage de BDD_chiros15 explique le grand nombre de données. Par ailleurs la vallée du Goul abrite deux sites natura 2000 (ZSC de Teissières FR8302014 et ZSC des Grivaldes FR8302015) tous deux animés par Alter Eco. Le développement des connaissances du patrimoine naturel fait partie des objectifs du DOCOB (Alter Eco – 2011) d'où une pression d'observation importante. Enfin, le troisième secteur important, dans la vallée de la Cère, s'explique par la présence de nombreuses colonies de reproduction connues, dans des granges ou des maisons, et de galeries souterraines, notamment utilisées en hiver. Toutes ces structures sont, comme les mines, régulièrement suivies. Cela permet la production de données, certes redondantes quant à la localisation, mais intéressantes dans la comparaison des effectifs utilisant tel ou tel gîte d'une année sur l'autre.

Les cartes 5 et 6 montrent que ces zones, avec le plus de données, sont globalement celles où d'avantage d'espèces ont été découvertes. Malgré cette constatation, des analyses mathématiques révèlent que la diversité spécifique n'augmente pas linéairement avec le nombre de donnée. Il s'agit plutôt d'une relation logarithmique avec un coefficient de détermination égal à 0.8385 (voir figure 9). Effectivement, après un certain nombre de données, le nombre d'espèces n'augmente plus et reste relativement stable. On obtient un maximum de 18 espèces avec au minimum de 69 données. Avant ce seuil, qui peut être estimé autour d'une cinquantaine de données, la diversité augmente rapidement avec la pression d'observation.

Pour les espèces, c'est *Pipistrellus pipistrellus* qui présente la plus large distribution géographique. Elle est en effet présente dans 75% des mailles prospectées. *Pipistrellus kuhlii* (55%) et *Eptesicus serotinus* (53%) sont respectivement au 2^{ème} et 3^{ème} rang. Ce sont les 3 seules espèces contactées dans plus de la moitié des mailles visitées. *Eptesicus nilssonii* n'a quand à elle été vue que dans une seule maille.

Cette répartition globale couvre des milieux diversifiés qui sont renseignés avec précision dans BDD_chiros15. Néanmoins, pour cette analyse, le choix a été fait de simplifier cette diversité en regroupant par grands types de milieux (milieux urbains, forestiers, souterrains, ouverts, humides et divers). Cette dernière catégorie regroupe majoritairement les données obtenues en visitant des ponts. La majorité de ces données étant des non-observations, cela évite que cette mention prenne une part considérable dans la catégorie milieu humide.

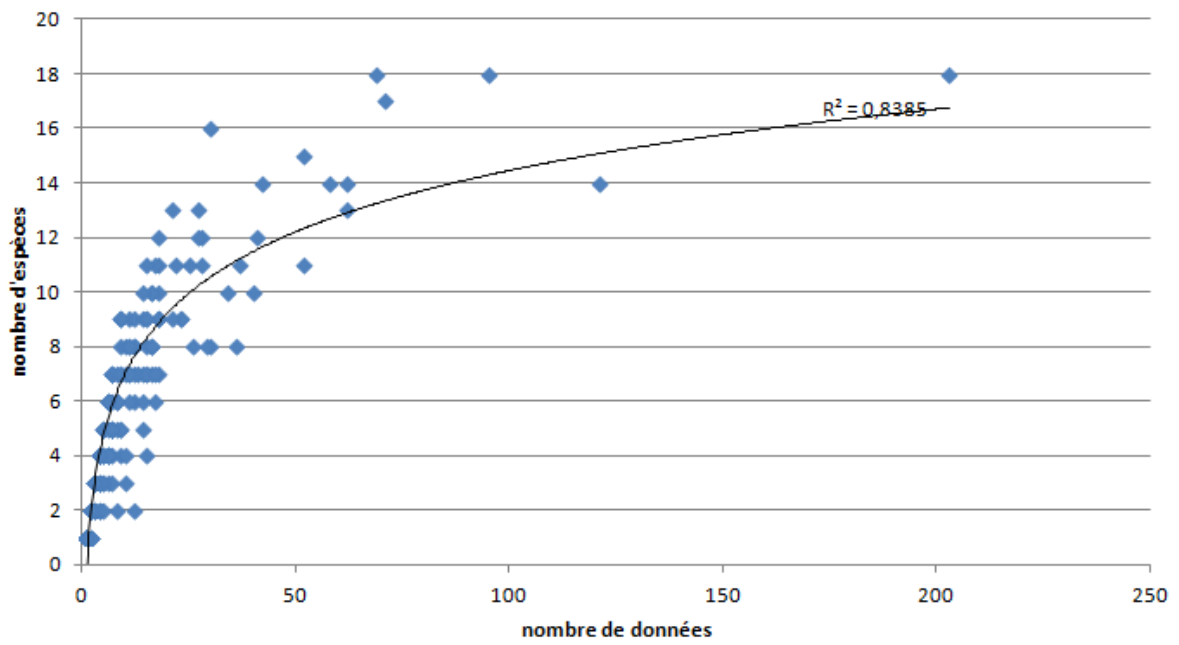


Figure 9 : répartition du nombre d'espèces en fonction du nombre de données

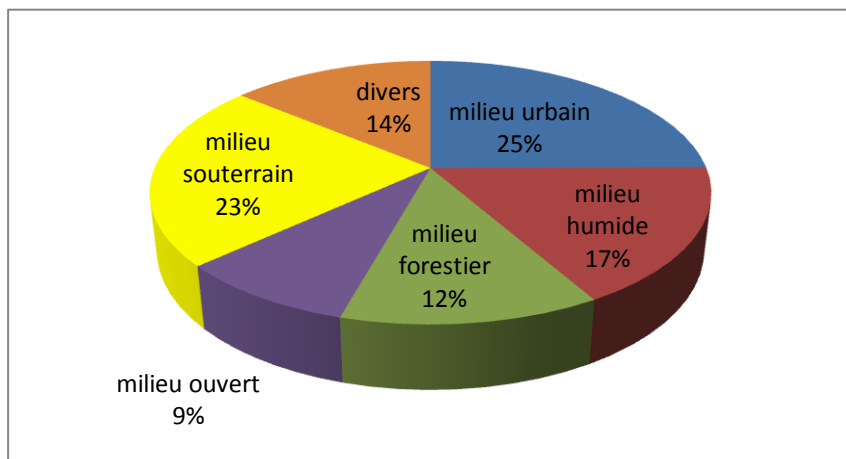


Figure 10 : répartition du pourcentage de données par grands types de milieux

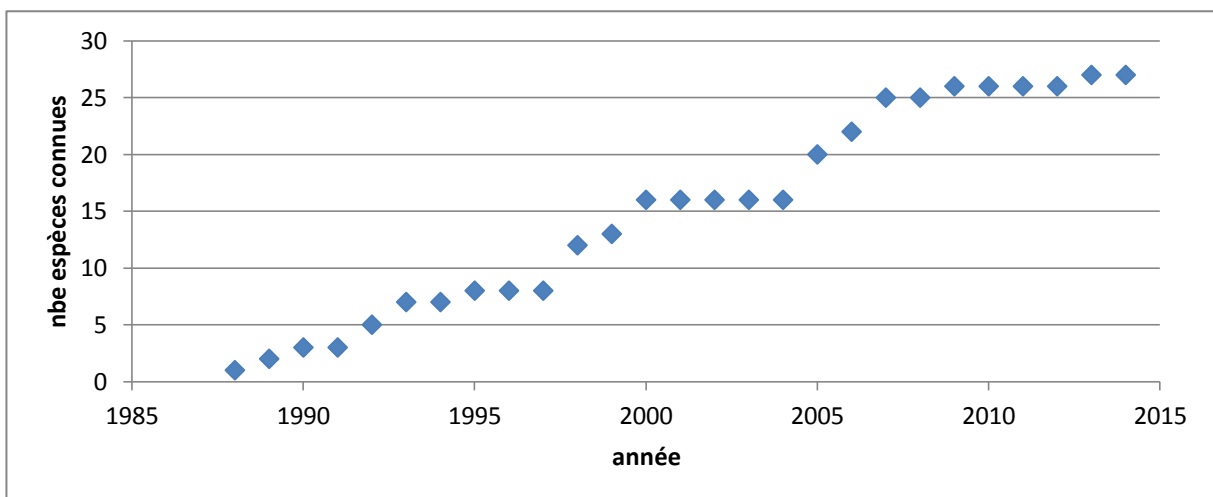


Figure 11 : évolution du nombre d'espèces connues dans le temps

La figure 10 montre une couverture assez équilibrée bien que les milieux forestiers et ouverts restent déficitaires. Les objectifs de 2014, qui étaient de combler ce manque, n'ont pas été remplis ou alors de façon marginale. Elles passent de 8.7% - avant 2014 - à 8.8% - en rajoutant les données obtenues lors de la phase d'inventaires - pour les milieux ouverts et de 11.4 à 12.6% pour les milieux forestiers.

Concernant la répartition des chauves souris dans ces différents milieux, elle est fluctuante en fonction des espèces et de leurs affinités (annexe 5). L'exemple de *Myotis daubentonii* est peut être le plus parlant avec 37 et 33% des mentions le concernant obtenues respectivement sur des milieux humides, qui sont ces habitats de chasse de prédilection (*P. LUSTRAT – 2001*), et sous des ponts, l'espèce utilisant fréquemment les fissures de ces ouvrages d'arts comme gîtes (*L. ARTHUR, M. LEMAIRE – 2002*).

3.1.3 Pression d'observation

Cette pression d'observation correspond à l'effort d'échantillonnage qui peut être produit dans le temps ou dans l'espace. Il s'avère que le nombre de données récoltées constitue un indice acceptable de cette pression (*F.GUÉLIN – 2013*) et ce sont donc ces valeurs qui seront utilisées dans les analyses suivantes.

Les premières années prises en compte dans ce travail, soit de 1989 à 1997, n'ont pas apporté beaucoup d'informations, 0.02% du jeu de données complet et seulement 8 espèces répertoriées. Ce n'est qu'à partir de 1998 que la pression d'observation augmente. Cela va permettre d'atteindre, en 2013, les 27 espèces aujourd'hui connues dans le Cantal (fig. 11).

Depuis 1989, 72 personnes ont contribué au recueil des 3092 données compilées dans BDD_chiros15 dont la liste complète est disponible en annexe 3. C'est l'année 2011 qui en a mobilisé le plus grand nombre avec 20 observateurs mais c'est en 2014 et 2009 qu'on a été récoltés le plus grand nombre de données. Ainsi, ces deux variables ne sont que moyennement corrélées, avec un coefficient de corrélation linéaire égal 0,63. Celui-ci révèle que la relation linéaire positive, (deux variables variant dans le même sens de façon linéaire, en l'occurrence ici le nombre d'observateurs et la pression d'observation), n'est pas parfaite et cela en partie à cause de ces deux années.

De même, il a déjà été démontré qu'au niveau spatial, l'augmentation de la pression d'observation n'est pas linéairement corrélée à un plus grand nombre d'espèces contactées (cf : 3.1.2 : Couverture géographique du département p.15).

A titre personnel, je me classe au 3^{ème} rang des personnes ayant le plus contribué à BDD_chiros15 avec 397 données propres ou partagées. Au cours de ce stage 2014 j'en ai récolté 338, la plupart par des méthodes de détection, et certaines avec l'assistance de Joël BEC pour la détermination des sonagrammes enregistrés. Le tableau 6 montre la répartition de mes données.

espèce / type de milieu	urbain	forestier	ouvert	Humide	divers	TOTAUX
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	35	14	13	5		67
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	24	6	12	4		46
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	17	3	3	2		25
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	11	1	2	1		15
<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)		6	2			8

<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)		4	1			5
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	1		1	2	1	5
<i>Myotis</i> sp	2		1	1		4
<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)		2	1			3
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)		3				3
<i>Plecotus</i>		1			1	2
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	1		1			2
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)		1				1
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)				1		1
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)			1			1
<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001		1				1
<i>Chiroptera</i>					1	1
<i>Chiropteres: Aucune observation</i>	6	1	3	1	137	148
TOTAUX	97	43	41	17	140	338

Tableau 5 : répartition de mes données 2014 par espèces et par habitats

Les espèces que j'ai le plus contactées au cours de mes inventaires correspondent à celles qui sont aussi le mieux représentées dans l'ensemble de BDD_chiros15, si on néglige les observations visuelles (qui augmentent le nombre de données pour les Rhinolophidae notamment). Il s'agit bien des *Pipistrellus*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus leisleri* ou *Myotis daubentonii*, c'est-à-dire les espèces les plus communes (JULIEN J.F., KERBIRIOU C. & Al. – 2006).

Le grand nombre de données d'absence correspondent aux résultats obtenus lors des prospections de ponts.

Cette première partie de l'analyse constitue une présentation globale des résultats et démontre ce qui peut être fait à partir d'une base de données unique en termes d'exploitation des différents champs. Le remplissage de BDD_chiros15 a occupé la plus grande partie de mon stage.

Néanmoins l'objectif reste de proposer une liste commentée des chiroptères du département et pour cela il faut approfondir, en traitant espèce par espèce à la façon des monographies d'atlas. Ces analyses mono-spécifiques se décomposent en deux parties, un commentaire sur les données obtenues, semblable à ce qui a été fait dans cette partie sur l'ensemble et une étude cartographique qui repose sur la méthodologie du cokrigeage.

Dans ce rapport, je fais le choix de traiter la Barbastelle d'Europe. Elle fait partie des 6 espèces européennes a plus forte valeur patrimoniale, le nombre de données la concernant dans BDD_chiros15 est satisfaisant et son écologie particulière rend encore plus intéressant l'utilisation du cokrigeage.



Photo 6 : Barbastelle d'Europe

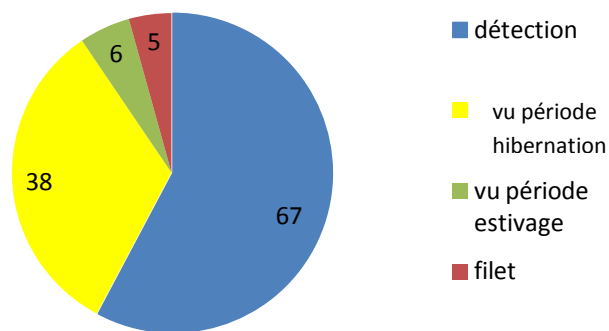


Figure 12 : répartition par méthode d'inventaire des données pour la Barbastelle d'Europe

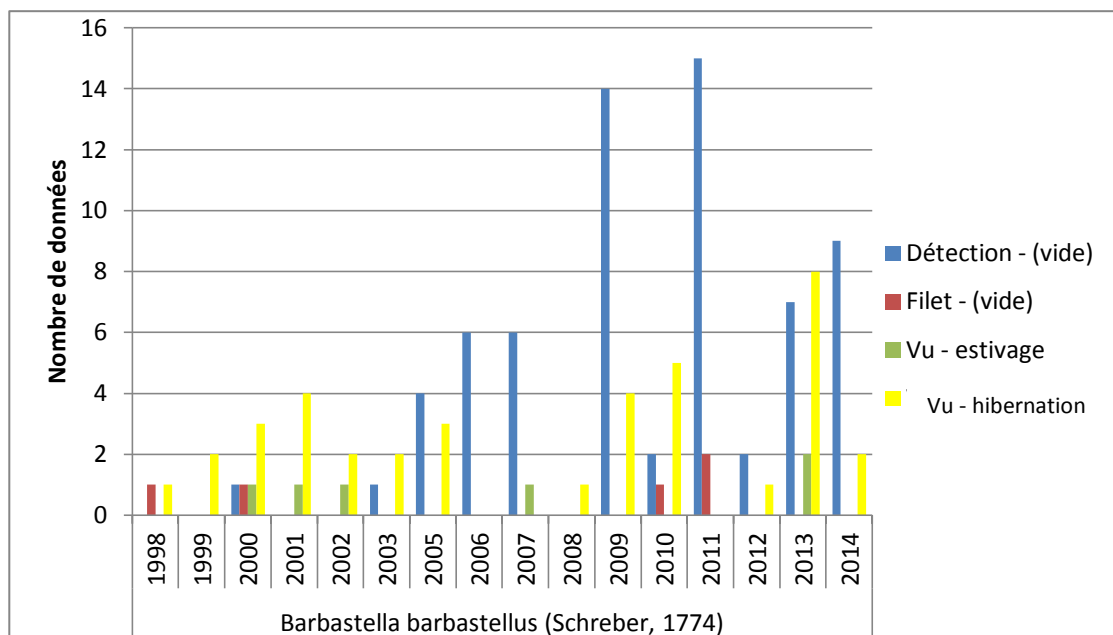


Figure 13 : représentation du nombre de données par année et par méthode d'inventaire pour la Barbastelle d'Europe

3.2 Exemple spécifique : la Barbastelle d'Europe

3.2.1 Généralités sur l'espèce

Chauve-souris de taille moyenne, la Barbastelle d'Europe présente plusieurs caractéristiques morphologiques qui la distinguent des autres espèces. Elle est dotée d'un faciès particulier avec un museau aplati et des oreilles triangulaires qui se touchent au niveau du front (seule espèce avec les Oreillardes présentant ce caractère). Son pelage a une couleur sombre tendant vers le noir. C'est une espèce montrant une grande affinité forestière avec une préférence pour des forêts matures caducifoliées, notamment les chênaies ou les châtaigneraies. La proximité d'une zone humide, rivière ou étang semble un plus pour contacter l'espèce.

« *Massif central et Alpes : peuplements feuillus matures [...] Les essences dominantes les plus notées sont les Chênes et, dans une moindre mesure le Châtaignier. [...] Près de la moitié des contacts sont relevés à moins de 50m d'une rivière ou d'un étang.* » (F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004)

A l'inverse, elle évite les grands massifs de résineux mono-spécifiques bien qu'elle puisse y être contactée (Adrien CHAIGNE – 2012). Il en va de même pour les milieux plus ouverts. Les gîtes, qu'ils soient de mise à bas ou d'hibernation sont très variés, allant de cavités arboricoles, milieux souterrains ou encore habitations humaines. Elle n'y est pas fidèle, pouvant facilement en changer au moindre dérangement. Ses terrains de chasse sont également forestiers bien qu'elle semble privilégier les lisières (Adrien CHAIGNE – 2012) et des espaces plus dégagés comme des sentiers. Elle y trouve ses proies, essentiellement des lépidoptères qui constituent la quasi-totalité de son régime alimentaire. C'est une chauve-souris très spécialisée. (J. RIDELL, W. BOGDANOWICZ – 1997 ; F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004)

3.2.2 Données disponibles pour l'espèce sur le Cantal

Pour cette espèce, qui occupe le 8^{ème} rang des espèces les mieux renseignées, nous disposons de 116 données, soit 3.75 % du jeu complet. La majorité de ces données ont été obtenues avec des méthodes de détection (Fig. 12). La mention la plus ancienne date de janvier 1998 avec une observation visuelle dans les mines de Chassagne (15256 Vèze).

➔ Répartition temporelle

La connaissance de cette espèce a considérablement augmenté à partir de 2006 ce qui coïncide avec une hausse des données obtenues par des protocoles de détection ultrasonore (Fig. 13). La Barbastelle étant une espèce forestière, elle est difficile à observer en dehors des gîtes hypogés. Le développement de ces protocoles et les avancées technologiques en la matière ont donc permis de s'affranchir de ces limites (cf. 2.1 – les méthodes d'inventaire des chiroptères p.5). Effectivement, avant 2006, nous ne disposions d'aucunes données pour l'espèce en milieu forestier alors qu'il s'agit de son habitat de prédilection.

Concernant la répartition annuelle, 40.5% des données sont récoltées en hiver (entre le 01/11 et le 15/04). Pour ces données hivernales, 76.6 % correspondent à des observations visuelles, le reste provenant d'études acoustiques. Ces quelques données acoustiques ont toutes été faites en milieu extérieur sur la fin de cette période. Ainsi, l'activité la plus précoce est datée au 18/03/2009.



Photo 7 : Vallée du Goul



Photo 8 : moulin abritant une colonie de Barbastelles d'Europe

C'était en aval du pont de Tréboul, en bordure de la Truyère, sur la commune de Ste-Marie. Cela correspond à la biologie de l'espèce qui hiberne généralement de novembre à mars (*J. RIDELL, W. BOGDANOWICZ – 1997*) et concorde avec des régions proches comme Midi-Pyrénées ou la première mention sur un site de mise à bas est au 01/04 (*J. BODIN – 2011*). La donnée la plus tardive pour un individu en activité est datée au 26/10/2006 (*J. BEC – 2006*) dans le village de St-Bonnet de Condat avec une détection en milieu extérieur.

Pour les données estivales (du 16/04 au 31/10), qui sont donc majoritaires, le pourcentage d'observations visuelles baisse à 8,9% pour 83,6 % en détection. C'est au cours de cette période que l'on retrouve les quelques captures. Depuis 1989, seulement 3 individus de cette espèce ont été capturés.

→ Répartition spatiale

La Barbastelle d'Europe a été contactée dans 19.01% des mailles de la grille 5 km x 5 km utilisée pour rendre compte de la couverture géographique. Elle occupe le 7^{ème} rang des espèces ayant la meilleure répartition spatiale globale. Elle est présente dans 27,27% des mailles pour lesquelles au moins une donnée existe.

Concernant les habitats, c'est dans les milieux souterrains qu'elle est la plus contactée avec 32.7% des mentions. La totalité de ces données sont des observations d'individus en hibernation dans des galeries ou des tunnels. La Barbastelle est une espèce qui résiste relativement bien aux basses températures et qui se réfugie généralement dans ce genre d'ouvrages qu'en cas de grands froids (*F. BENSETTITI, V. GAUDILLAT – 2004*).

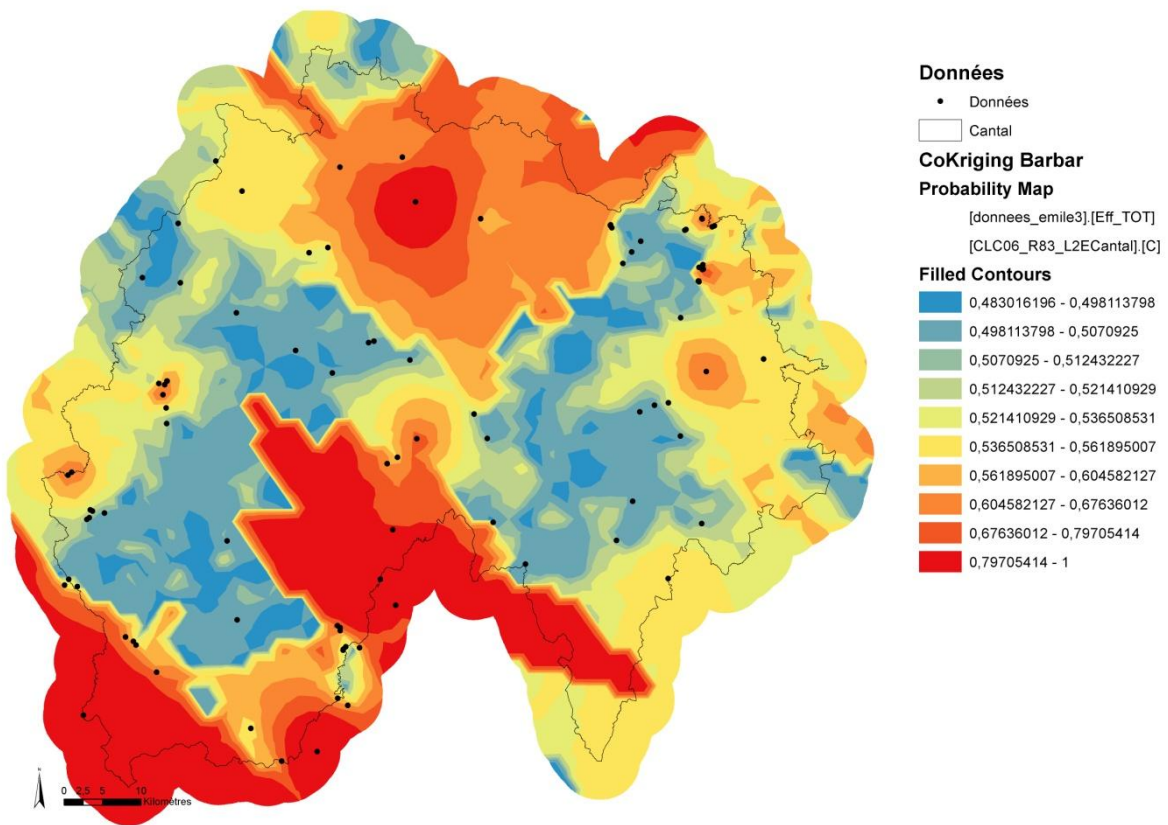
Hors période hivernale, c'est dans les milieux forestiers puis humides qu'elle est la plus fréquemment repérée avec respectivement 24,1 et 20,6 % des données. Ces constatations correspondent aux affinités écologiques de l'espèce concernant les habitats fréquentés d'autant que 82% des contacts en forêts ont été enregistrés au sein de peuplements feuillus.

Dans le département, seulement deux colonies de mises à bas de plusieurs femelles (respectivement 25 et 50) étaient connues au 15/07/2014, date d'arrêt des saisies dans BDD_chiros15. Une autre colonie fut découverte le 31/07/2014 à quelques dizaines de kilomètres d'une des deux précédentes (photo 8). Néanmoins, nous ignorons encore s'il s'agit d'un nouveau groupe ou bien d'un report de certains individus de la colonie historiquement connue.

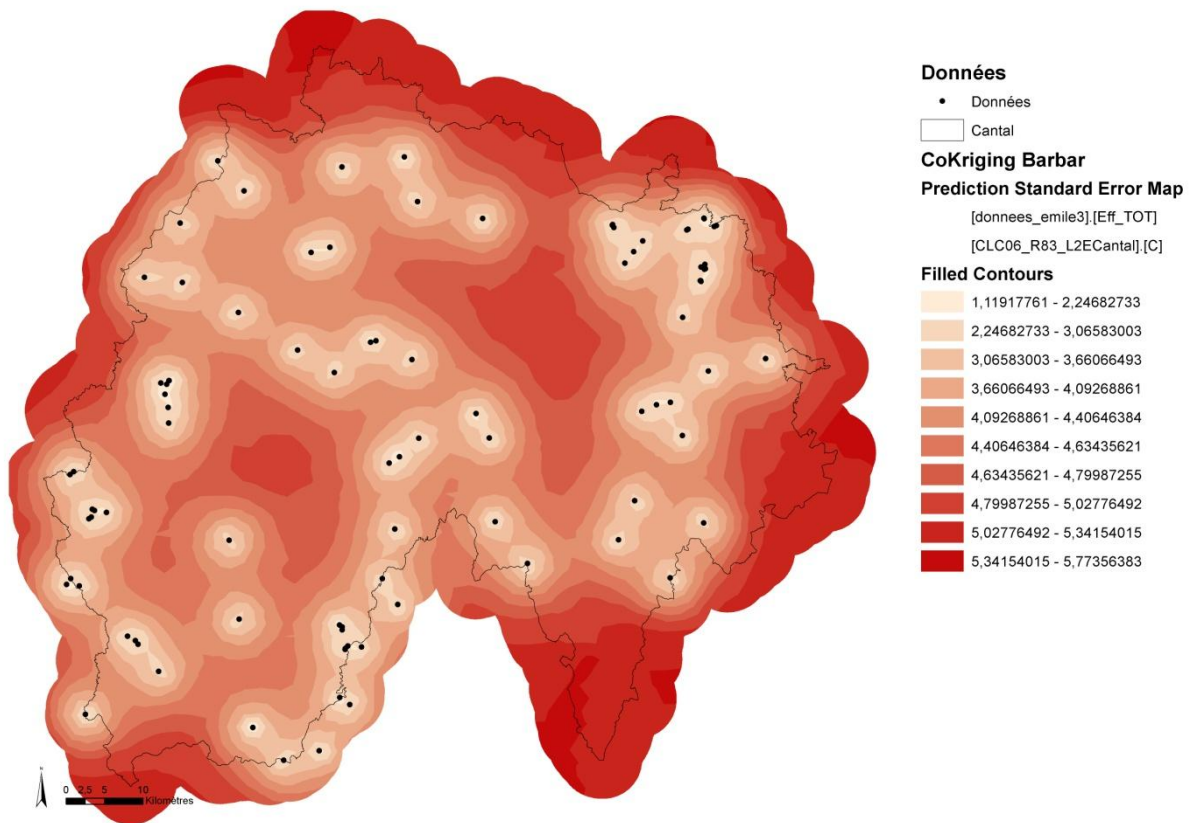
3.2.3 Interprétation cartographique des résultats

Les différentes études menées ont permis de recenser la Barbastelle d'Europe sur la majeure partie du département, malgré quelques zones vides comme l'Aubrac. La carte produite avec la technique du cokrigeage révèle cependant des nuances notables entre les différentes zones quand à la probabilité de contacter l'espèce. Le fait d'avoir utilisé les effectifs dans le protocole du cokrigeage introduit une variable parasite dans la mesure où ils vont influencer sur la probabilité de contact. Effectivement, les plus fortes probabilités correspondent aux effectifs les plus importants. Malgré cela des constatations peuvent être faites avec les habitats. Trois noyaux principaux se distinguent avec de fortes probabilités (carte 7).

Le premier d'entre eux correspond à l'axe de la vallée du Goul, en lien en aval avec celle de la Truyère. Ce complexe contient la plus grosse colonie de parturition connue dans le Cantal avec une cinquantaine de femelles (*J. BEC – 2013*) dans une vieille grange en limite aveyronnaise de la



Carte 7 : estimation de la probabilité de présence pour la Barbastelle d'Europe dans le Cantal



Carte 8 : intervalle de confiance de l'estimation de la probabilité de présence pour la Barbastelle d'Europe dans le Cantal

commune de Cros de Ronesque. Une autre colonie, plus petite, est également située à la limite avec ce département, au Fel (J.L. RAPIN – 2007). Quelques données obtenues dans la pointe Nord de l'Aveyron (LPO Aveyron – 2008) confortent l'idée que ce secteur a un fort intérêt pour cette espèce. La découverte, en juillet 2014, d'une autre colonie de 40 individus (J. BEC, E. PONCET – 2014), localisée sur la vallée du Goul entre les deux déjà citées, va également dans ce sens. Elle n'est pas prise en compte sur la carte, sa découverte étant postérieure à la date définie pour l'arrêt de saisie des données. La carte 1 montre une occupation du sol dominée par les milieux forestiers (photo 7). Ils sont principalement caractérisés par des forêts caducifoliées situées sur les versants de la vallée, entrecoupées de petites parcelles agricoles, et qui descendent jusqu'à la rivière. Cela correspond aux habitats de prédilection de la Barbastelle. La vallée du Goul constitue plus généralement un des points chauds du département pour l'étude des chiroptères. La présence de deux sites natura 2000 (ZSC), dont la structure animatrice est Alter Eco, explique cette pression d'observation plus importante et peut être en lien avec de meilleurs résultats pour la Barbastelle.

La continuité de ce milieu sur la partie nord de l'Aubrac, explique les fortes probabilités de contact malgré l'absence de données. C'est là l'un des intérêts du cokrigeage, faire ressortir des zones à fortes probabilités sans qu'il y ait eu de points d'inventaires. Cependant la carte 8 révèle que c'est sur cette partie du département justement que le risque d'erreur est le plus élevé et donc, où l'estimation est la moins fiable.

Un autre noyau avec une probabilité de contact élevée (supérieure à 80%) est situé dans le Sud-ouest de la châtaigneraie avec la présence dans un moulin d'un groupe de 25 femelles reproductrices (J. BEC – 2012). Cette partie là du département est caractérisée par une mixité des milieux (cf : 1.1.2 : Occupation du sol p.3) où on retrouve une alternance de zones ouvertes et d'habitats plus forestiers. En outre, le Sud de ce noyau est connecté, par le Lot, aux vallées du Goul et de la Tuyère dont le fort potentiel a déjà été précisé. La vallée du Lot est elle-même dominée par des versants encaissés et forestiers.

Les tunnels ferroviaires vers Riom-es-montagnes constituent un troisième noyau mais, à la différence des deux précédents, il s'agit de gîtes d'hibernation (T. DARNIS – 2013). Ce point chaud a été étendu vers l'Est mais cette extension possède une marge d'erreur plus élevée et qui correspond à des milieux plus ouverts (carte 1) moins favorables à l'espèce.

En revanche les pourtours du massif du Cantal ont des probabilités plus faibles, inférieures à 50%, particulièrement sur les planèzes de St-Flour et de Salers. Ces vastes plateaux basaltiques, nettement plus ouverts que les vallées, présentent globalement des milieux moins favorables à l'espèce malgré quelques points épars où elle a été contactée. De même l'est de la Marjeride présente aussi une faible probabilité de présence alors qu'il s'agit d'un espace plutôt forestier mais qui est dominé par des essences résineuses (cf : 1.1.2 : Occupation du sol p.3). Cela ne correspond pas non plus aux exigences écologiques optimales de la Barbastelle.

Pour cette espèce, les secteurs connus pour abriter des colonies conséquentes ressortent avec les plus fortes probabilités de la contacter. Cela est dû au poids pris par la variable effectif. Mais cela n'est pas incohérent dans la mesure où ces milieux sont forcément utilisés par l'espèce ne serait-ce qu'en déplacement.

Néanmoins, ces cartes nous apportent quelques enseignements supplémentaires. L'Aubrac est une zone avec aucune donnée connue pour la Barbastelle, mais qui apparaît avec une forte probabilité de présence dans sa partie nord. Il pourrait donc être intéressant d'aller y faire des études plus approfondies pour essayer de la contacter. Cela permettrait également de valider le modèle. Elles confirment aussi que les piémonts du massif volcanique du Cantal présentent un faible potentiel attractif.

Conclusion

Ce travail sur les chauves-souris du Cantal a permis de répertorier et d'exploiter plus de 3000 données récoltées en 20 ans de prospections et d'études menées sur le terrain. A l'aide d'un outil approprié, l'interface de saisie de l'ONF, chaque donnée a pu être numérisée en renseignant, avec précision, toutes les informations nécessaires à l'exploitation. Parmi elles la localisation exacte, l'espèce concernée, l'observateur ou encore la date sont les principales. A l'issue de cette première partie, des analyses simples et superficielles ont mis en évidence des lacunes dans la connaissance, au niveau géographique, avec des secteurs dépourvus d'informations. Le second objectif a donc été de réduire au maximum ces « trous » avant de faire une exploitation des résultats plus approfondie, et surtout plus cohérente.

Le choix a alors été fait de ne pas se contenter de cartes de présence, mais d'utiliser, à partir des connaissances acquises, un modèle statistique, le cokrigeage. Cela doit permettre de prédire la présence de telle ou telle espèce sur l'ensemble du département en fonction des habitats naturels. Cette méthode se traduit par une interpolation de la probabilité de présence, en tout point de la zone étudiée, d'une espèce ou groupe d'espèce choisi.

Les cartes ainsi obtenues, ne disent pas qu'il faille négliger les secteurs où ces probabilités sont faibles car, même dans ce cas, elles ne sont pas nulles. En revanche, elles peuvent plutôt orienter des recherches prioritaires dans des zones à fortes probabilités. Ces zones peuvent aussi faire l'objet de mesures de gestion adaptées dans une optique de protection d'habitats d'espèces protégées, ce que sont toutes les chauves-souris dans la législation française. Il s'agit là du travail qui devra être effectué à terme.

Dans ce rapport, je n'ai présenté qu'une infime partie des résultats avec la Barbastelle d'Europe. Néanmoins, toutes les conclusions qui ont pu être faites, pour chacune des espèces, à l'issue de tout ce cheminement devraient être publiées dans les mois qui viennent. Cela constituera la liste commentée des chiroptères du Cantal.

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation des statuts patrimoniaux des espèces de chauves-souris du Cantal.

ESPECE	L Rge - Fr	L Rge Auv.	Conv Bonn.	Conv. Berne	Dir. HFF
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	NT	EN	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Tadarida teniotis</i>	LC	EN	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Miniopterus schreibersii</i>	VU	EN	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Eptesicus serotinus</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Eptesicus nilssonii</i>	LC	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Vespertilio murinus</i>	DD	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Barbastella barbastellus</i>	LC	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Plecotus auritus</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Plecotus austriacus</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Nyctalus noctula</i>	NT	NT	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	DD	NT	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Nyctalus lesleirii</i>	NT	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. III	Ann. II
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	LC	NT	-	-	Ann. II
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Pipistrellus nathusii</i>	NT	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Hypsugo savii</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Myotis myotis</i>	LC	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Myotis blythii</i>	NT	NA	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Myotis mystacinus</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Myotis brandtii</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Myotis alcathoe</i>	LC	NT	-	-	Ann. II
<i>Myotis emarginatus</i>	LC	VU	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Myotis nattereri</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II
<i>Myotis bechsteinii</i>	NT	EN	Ann. II	Ann. II	Ann. II et IV
<i>Myotis daubentonii</i>	LC	LC	Ann. II	Ann. II	Ann. II

Pour la liste rouge de l'UICN national et régional (L. GIRARD – 2014)

DD: données insuffisantes, espèce non évaluée faute de données suffisantes

LC: préoccupation mineure, espèce pour laquelle le risque de disparition en France est faible

NT: quasi-menacé, espèce non menacée mais qui demande la mise en place de mesures spécifiques

VU: vulnérable, espèce confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage à moyen terme

EN : en danger, espèce confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage

Pour la directive européenne habitat faune flore 92/43/CEE du 21 mai 1992 (Dir. HFF)

Annexe II (Ann. II) : espèce animale justifiant la désignation de Zones Spéciales de Conservation

Annexe IV (Ann. IV) : espèce animale qui nécessitent une protection stricte

Pour la convention de Bonn (Conv. Bonn) sur les espèces migratrices

Annexe II (Ann. II): espèce dans un état de conservation défavorable et nécessitant des mesures de gestion

Pour la conservation de Berne (Conv. Berne)

Annexe II (Ann. II): espèce de faune strictement protégée

Annexe III (Ann. III): espèce de faune protégée

Annexe 2 : présentation des champs de BDD_chiros15

nom du champ	informations contenues
localisation	nom exact du point d'inventaire par rapport à sa géographie
n° de département	champ rempli uniquement si département autre que Cantal (15) pour des points situés juste à sa limite
commune	nom de la commune où est situé le point d'inventaire
ID commune	code INSEE de la commune où est situé le point d'inventaire
système de coord.	précision du champ de coordonnées utilisé. Dans la base, il s'agit du système 2151 RGF93 / Lambert 93 Système officiel pour la Métropole + Corse
ID syst projection	code chiffré de 1 à 25 correspondant au système utilisé
X/ Longitude	coordonnée X du point d'inventaire en Lambert 93
Y/ Latitude	coordonnée Y du point d'inventaire en Lambert 93
altitude (m)	altitude en mètres du point d'inventaire
commentaire sur la localisation	précision éventuelle sur le point d'inventaire comme une maison précise dans un village ou des données sur le potentiel d'un pont*
date	date de recueil de la donnée sous la forme JJ/MM/AAAA
commentaire sur le relevé	précision éventuelle sur le protocole utilisé, notamment pour la détection
type de milieu	précision sur le milieu où est situé le point d'inventaire
ID milieu	code chiffré de 1 à 102 correspondant à un milieu donné
type d'observation	précision sur la méthode globale d'inventaires. Dans la base, seulement 5 catégories utilisées (détection, vu, filet, animal mort ou collision et autres)
ID type Obs	code chiffré de 1 à 13 correspondant à la méthode utilisée
type de milieu général	pour simplifier le traitement des données, ce champ est créé pour réduire le nombre de type de milieu de 102 à 6 (milieu humide, forestier, ouvert, urbain ou souterrain et divers)
commentaire sur le contexte	précision éventuelle sur les personnes accompagnant l'observateur principal
NOM	Nom de l'observateur principal
Prénom	Prénom de l'observateur principal
TAXON	nom scientifique le plus précis possible du taxon observé, dans la grande majorité des cas, il s'agit du nom d'espèce
ID Taxon	code chiffré correspondant au taxon observé
commentaire sur l'observation	précision éventuelle sur l'observation comme l'amplitude temporelle sur laquelle est estimée l'activité horaire dans certains cas d'écoutes sur nuits complètes
nbe approximatif d'ind.	intervalle dans lequel se situe l'estimation du nombre d'individus
IN nbe approx.	code chiffré de 1 à 8 correspondant à l'intervalle contenant l'estimation

nbe d'adultes M	précisions éventuelles sur les individus observés avec le nombre de mâles, de femelles, de jeunes ou d'individus sans identification d'âge ou de sexe
nbe d'adultes F	
nbe de jeunes	
nbe d'ind. sans sexe ou age	
comportement	précision éventuelle sur le comportement des individus, le type de colonies, ...
ID comportement	code chiffré de 14 à 43 correspondant au type de comportement observé
traces	précision éventuelle en cas d'observation indirecte
ID traces	code chiffré de 118 à 130 correspondant au type de traces relevé
type de gîtes	dans le cas d'observations visuelles au gîte, ce champ permet de renseigner s'il s'agit d'un gîte d'hibernation ou d'estivage. Entre le 01/11/X et le 15/04/X+1 il s'agit d'hibernation sinon c'est de l'estivage. Ce champ a été rajouté pour faciliter l'exploitation des données
Année d'obs.	permet de renseigner l'année de l'observation. Ce champ a été rajouté pour faciliter l'exploitation des données
N° de la donnée	permet de d'attribuer à chaque donnée un identifiant unique. Ce champ a été rajouté pour faciliter l'exploitation des données
Activité horaire	précision, le cas échéant, de l'activité horaire mesurée grâce à un protocole de détection ultrasonore

Annexe 3 : liste des contributeurs à la base de données

Que l'ensemble des observateurs qui ont contribué au recueil des données utilisées soit ici remercié :

L. AJALBERT, Evin ALLOWEN, M. ARGAUD, Julien BARATAUD, Gilbert BARRIE, Yves BAS, I. BASSI, F. BEC, Joël BEC, Justin BEC-CANET, L. BESSON, Julie BODIN, M. BRUYERE, Leslie CAMPOURCY, Michèle CANET, Laurianne CARPENTIER, B. CARRE, J.J. CHAUD, M. CHAZALY, Hervé CHRISTOPHE, David CLEGNOL, S. CULLET, Thomas DARNIS, Yann DAUPHIN, Jean-Yves DELAGREE, M. DERVILLE, Vincent DHUIQUE, Marie-Jo DUBOURG-SAVAGE, S. FALENCE, M.R. FAUCHEN, J.P. FABRE, N. GALAN, Sébastien GALTIER, Lucas GARONERE, R. GERARD, Pascal GIOSA, Rémy GRIGNON, L. GUILLAUD, A. HEDEL, Jean-François JULIEN, P. LAPEYRE, B. LATOUR, L. LECORGUILLE, R. LEGRAND, Cyrille LE BIHAN, J. MARMET, I. NAUDIN, A. PEAN, Hervé PICQ, Emile PONCET, Albert POUJOLS, Sébastien PUECHMAILLE, Jean-Louis RAPIN, Marie-Claire REGNIER, Marie RIGAL, J.B. RIGAUD, J.C. ROCHER, F.SARRAZIN, G. SENAUD, Fabrice TAUPIN, Laurent TILLON, Henri VEINE

Annexe 4 : répartition du nombre de données par méthode d'inventaire et par espèce

	détection	vu période hibernatio	vu période estivage	filet	animal mort
Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800)	35	195	190	0	1
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)	38	151	57	1	0
Rhinolophus	0	1	3	0	0
Tadarida teniotis (Rafinesque, 1814)	12	0	0	0	0
Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)	1	1	0	0	0
Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)	177	6	20	19	3
Eptesicus nilssonii (Keyserling & Blasius, 1839)	0	0	0	1	0
Barbastella barbastellus (Schreber, 1774)	67	38	6	5	0
Plecotus auritus (Linnaeus, 1758)	2	4	1	20	1
Plecotus austriacus (J.B. Fischer, 1829)	1	1	4	5	3
Plecotus	20	50	22	2	0
Nyctalus noctula (Schreber, 1774)	6	0	0	0	0
Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780)	20	0	0	0	0
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)	79	0	0	4	1
Nyctalus	5	0	0	0	0
Sérotule	2	0	0	0	0
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)	295	7	55	45	2
Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825)	10	0	0	0	0
Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)	177	0	5	18	1
Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)	3	0	0	1	0
Pipistrellus	4	5	18	0	0
Vespertilio murinus Linnaeus, 1758	1	0	1	0	0
Hypugo savii (Bonaparte, 1837)	26	0	0	1	1
Myotis myotis (Borkhausen, 1737)	10	22	10	4	0
Myotis blythii (Tomes, 1857)	0	0	0	2	0
Myotis mystacinus (Kuhl, 1817)	51	13	4	7	1
Myotis alcathoe Helversen & Heller, 2001	15	0	0	5	0
Myotis brandtii (Eversmann, 1845)	4	1	0	0	0
Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)	43	1	38	1	0
Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)	1	6	0	7	0
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)	27	80	20	14	0
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	87	25	74	43	1
Myotis sp	27	8	5	0	0
Myotis de grande taille	6	24	10	1	0
Myotis (brandtii ou mystacinus)	8	8	6	0	0
Chiroptera	0	0	3	0	0
Chiropteres: Aucune observation	16	61	324	11	0

Annexe 5 : répartition du nombre de données par espèce et par type de milieu

1		milieu urbain	milieu humide	milieu forestier	milieu ouvert	milieu souterrain	divers
2	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	193	6	19	5	192	6
3	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	48	9	19	7	161	3
4	<i>Rhinolophus</i>	3	0	0	0	1	0
5	<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	6	3	1	2	0	0
6	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	0	1	0	0	1	0
7	<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	72	64	43	34	7	5
8	<i>Eptesicus nilssonii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	0	0	0	1	0	0
9	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	11	24	28	11	38	4
10	<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	4	6	3	9	4	2
11	<i>Plecotus austriacus</i> (J.B. Fischer, 1829)	9	3	0	1	1	0
12	<i>Plecotus</i>	23	4	9	5	48	5
13	<i>Nyctalus noctulus</i> (Schreber, 1774)	1	4	0	1	0	0
14	<i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)	1	14	3	2	0	0
15	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	23	29	17	13	0	2
16	<i>Nyctalus</i>	1	2	2	0	0	0
17	Sérotule	0	2	0	0	0	0
18	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	129	112	86	59	4	14
19	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	1	5	1	3	0	0
20	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	58	55	42	44	0	2
21	<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	0	2	0	2	0	0
22	<i>Pipistrellus</i>	19	1	0	1	5	1
23	<i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758	2	0	0	0	0	0
24	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	4	9	12	3	0	0
25	<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	8	6	4	1	22	5
26	<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	0	2	0	0	0	0
27	<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl, 1817)	4	14	23	16	15	4
28	<i>Myotis alcathoe</i> Helversen & Heller, 2001	0	11	5	3	0	1
29	<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)	0	0	3	1	1	0
30	<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)	42	10	24	6	1	0
31	<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	0	4	2	2	6	0
32	<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	9	10	10	15	80	17
33	<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	10	87	16	16	24	77
34	<i>Myotis sp</i>	8	10	7	3	8	4
35	<i>Myotis de grande taille</i>	2	3	2	0	23	11
36	<i>Myotis (brandtii ou mystacinus)</i>	0	2	3	1	7	9
37	Chiroptera	2	0	0	0	0	1
38	Chiropteres: Aucune observation	77	6	6	7	57	259

GLOSSAIRE

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CREN : Conservatoire Régional des Espaces Naturels
DDT : Direction Départementale des Territoires
INSEE : Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques
LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux
MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle
ONF : Office National des Forêts
SAU : Surface Agricole Utile
SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

Biométrie : ce terme signifie les mensurations des caractères physiologiques d'un individu.

Harp-Trap : méthode de capture de chiroptères utilisant un dispositif moins traumatisant que les filets japonais classiques. Il est constitué de deux cadres en bois ou en métal parcourus de fils en nylon parallèles. Les chauves-souris passent le premier cadre mais restent coincées par le deuxième. Elles glissent alors vers le bas du dispositif où se trouve un bac de récupération. Cela évite tout le travail délicat du démaillage (*Christian ROLLAND – 2012*).

Orogénèse : ensemble des processus conduisant à la formation des reliefs montagneux. L'essentiel de l'orogénèse dite hercynienne eut lieu au cours du Carbonifère (360 à 300 Ma BP). C'est au cours de celle-ci que le Massif central s'est formé.

Miocène : quatrième période du Cénozoïque, elle s'étend de 23 à 5 Ma BP et se caractérise par un refroidissement global du climat.

Planèze : c'est un vaste plateau de substrat basaltique situé sur les flancs d'un édifice volcanique délimité par deux vallées qui divergent depuis le sommet. Dans le Cantal, l'exemple typique est la planèze de St-Flour dans l'ouest du département (*BRGM*).

Pléistocène : première période du Quaternaire, elle s'étend de 2.6 Ma à 11 700 ans BP et se caractérise par des glaciations successives

Sonagramme : c'est une représentation graphique d'un son montrant la fréquence et l'intensité du signal en fonction du temps.

Stratovolcan : édifice volcanique plus complexe qu'un simple cône, issu de l'accumulation sur de longues échelles de temps, de couches plus ou moins épaisses de coulées de lave et de matériaux pyroclastiques de compositions diverses (*BRGM*).

Triangulation : méthode utilisée en télémétrie pour localiser l'emplacement de l'individu suivi. Elle nécessite 3 équipes réparties sur la zone d'études. Elles reçoivent chacune le signal et déterminent l'azimut d'où il provient. Cela permet de tracer un triangle dont le barycentre correspond à la localisation de l'émetteur, donc du sujet d'étude.

BIBLIOGRAPHIE

Documents utilisés pour BDD_chiros15

- Inventaire des tunnels ferroviaires de France [en ligne]. Disponible sur <<http://www.tunnels-ferroviaires.org/tu15/15259.1.pdf>>
- INSEE. Département du Cantal [en ligne]. Disponible sur <<http://www.insee.fr/fr/publics/default.asp?page=communication/recensement/particuliers/repartition/comd15.htm#S>>
- INPN. Site de Compaing [en ligne]. Disponible sur <<http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8302016>>
- Cahiers terrain de Joël BEC
- STD, Alter Eco, SOS chauves-souris. Résultat de la campagne de prospection des gîtes à chiroptères pour le programme de réparation d'ouvrages d'art 1999. 1999, 30p.
- STD, Alter Eco, SOS chauves-souris. Résultat de la campagne de prospection des gîtes à chiroptères pour le programme de réparation d'ouvrages d'art 2000. 2000, 28p.
- Conseil général du Cantal, STD, Alter Eco, réseau SOS chauves-souris. Programme de protection des chiroptères et de leurs gîtes lors des rénovations de ponts routiers départementaux – 2001. 2001, 15p.
- Conseil général du Cantal, STD, Alter Eco, réseau SOS chauves-souris. Programme de protection des chiroptères et de leurs gîtes lors des rénovations de ponts routiers départementaux – 2002. 2002, 2 p.
- STD, Alter Eco, SOS Chauves-souris. Résultats de la campagne de prospection des gîtes à chiroptères pour le programme de réparation d'ouvrages d'art 2003. 2003, 2 p.
- Alter Eco. Programme de réparations des ouvrages d'art 2004 – travaux sur ouvrages concernant la protection des chiroptères. 2004, 1 p.
- Conseil général du Cantal, STD, Alter Eco, réseau SOS chauves-souris. Programme de protection des chiroptères et de leurs gîtes lors des rénovations de ponts routiers départementaux – 2005. 2005, 2 p.
- Conseil général du Cantal, STD, Alter Eco, réseau SOS chauves-souris. Programme de protection des chiroptères et de leurs gîtes lors des rénovations de ponts routiers départementaux – 2007. 2007, 2 p.
- CG Cantal, direction des déplacements et des infrastructures, service des études et travaux neufs, Alter Eco. Réparation d'ouvrages d'art programme 2009, protection des chiroptères. 2009, 28 p.
- CG Cantal, direction des déplacements et des infrastructures, service des études et travaux neufs, Alter Eco. Réparation d'ouvrages d'art programme 2010, protection des chiroptères. 2010, 31 p.
- CG Cantal, direction des déplacements et des infrastructures, service des études et travaux neufs, Alter Eco. Réparation d'ouvrages d'art programme 2011, protection des chiroptères. 2011, 32 p.
- CG Cantal, direction des déplacements et des infrastructures, service des études et travaux neufs, Alter E. Réparation d'ouvrages d'art programme 2013, protection des chiroptères. 2013, 32 p.
- CG Cantal, direction des déplacements et des infrastructures, service des études et travaux neufs, Alter Eco. Réparation d'ouvrages d'art programme 2012, protection des chiroptères. 2012, 36 p.
- DISCA T. & GCLR, (année en cours) - Atlas des chauves-souris du midi méditerranéen. Site internet, ONEM, <<http://www.onem-france.org/chiropteres/wakka.php?wiki=PagePrincipale>>

Documents utilisés dans la rédaction du rapport

- BARATAUD Michel. *Ballades dans l'in audible : méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France*. Sittelle, 1996.
- BARATAUD Michel & Al. Bio évaluation des peuplements de Mélèze commun (*Larix decidua*) dans le parc National du Mercantour, par l'étude des chiroptères en activité de chasse. *Le Rhinolophe* 19 (2013) 59-86. [en ligne]. Disponible sur <http://ecologieacoustique.fr/wp-content/uploads/Barataud.et_al_2013_Chiropt%C3%A8res_m%C3%A9rid%C3%A9zins_Mercantour.pdf>
- BAS Yves, DARNIS Thomas, JULIEN Jean-François & al. Protocole point fixe suivi Vigie-chiro. Mars 2014, 12 p.
- BENSETTITI, F. & GAUDILLAT, V. 2004. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Tome 7. Espèces animales. La Documentation française. 353 pp.
- BODIN J. (coord.), 2011. *Les chauves-souris de Midi-Pyrénées : répartition, écologie, conservation*. Conservatoire Régional des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées – Groupe Chiroptères de Midi-Pyrénées, Toulouse, 256p.
- BRGM. Situation géographique du Cantal [en ligne]. Disponible sur <<http://www2.brgm.fr/volcan/g%C3%A9ographiecant.htm>>

- CHAIGNE Adrien. *Etude des milieux de chasse de la Barbastelle d'Europe (Barbastella barbastellus) en forêt domaniale de l'Aigoual et prise en considération de sa conservation dans la gestion forestière du site* [en ligne]. Paris : AgroParisTech, 2012, 76 p. Disponible sur <http://infodoc.agroparistech.fr/doc_num.php?explnum_id=3858>
- Chambre d'Agriculture du Cantal. *Le Cantal et son agriculture* [en ligne]. 2013, 14p. Disponible sur <http://www.cantal.chambagri.fr/fileadmin/documents/Internet/Autres%20articles/pdf/2013/Divers/2013-03_Agriculture_du_Cantal.pdf>
- DARNIS Thomas (ONF). *Réseau mammifères Protocole MCD100*. Janvier 2014, 37 p.
- DAUGE J. *43ème session extraordinaire de la Société Botanique du Centre Ouest : Cantal, tourbières, monts et vallées sous la direction de Jean DAUGE – 2012*. 2012.
- GASC Amandine. *Etude de l'influence des variables d'habitats sur l'abondance des activités de chasse mesurée dans le cadre du suivi chauves-souris du programme Vigie-Nature* [en ligne]. M1 EBE. Paris : Université Paris Sud, 2008, 45 p. Disponible sur <http://vigienature.mnhn.fr/sites/vigienature.mnhn.fr/files/uploads/rapport_final_amandine_OK.pdf>
- GATHOYE Jean-Louis, NYSSSEN Pierrette, SAN MARTIN Gilles. 2007. *Mémo pour la détermination des chauves-souris en hiver*. Natagora. 17p.
- GIRARD Lilian. *Bilan de la première phase de l'atlas des mammifères d'Auvergne – volet chiroptères* [en ligne]. 2013 – Chauve-souris Auvergne. Disponible sur :<<http://www.chauve-souris-auvergne.fr/wp-content/uploads/2014/02/Bilan-1%C3%A8re-phase-Atlas-Volet-Chiropt%C3%A8res.pdf>>
- GIRARD Lilian. *Second document de travail pour l'actualisation de la liste rouge régionale chiroptères en Auvergne*. 2014, Chauve-souris Auvergne. 9 p.
- Groupe chiroptères de la LPO Rhône-Alpes (2014), *Les chauves-souris de Rhône-Alpes*, LPO Rhône Alpes, Lyon, 480 p.
- GUELIN F. *Méthodologie d'exploitation phénologique des données Visio-nature*. Grand-duc 81 : 83-93 [en ligne]. Disponible sur <<http://files.biolovision.net/www.faune-auvergne.org/userfiles/GDUC/Grand-Duc8183-93.pdf>>
- Ministère de l'agriculture et de la pêche, Inventaire forestier national. *Inventaire forestier départemental Cantal IV° inventaire 2004* [en ligne]. 2005. Disponible sur <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/IFN_15_4_CANTAL.pdf>
- KERBIRIOU Christian, JULIEN Jean-François & Al. Suivi des espèces communes, après les oiseaux ... les chauves-souris [en ligne]. Disponible sur <http://vigienature.mnhn.fr/sites/vigienature.mnhn.fr/files/uploads/Kerbiriou_coPasCorrige.pdf>
- KERBIRIOU Christian & Al. *Protocole point fixe – Suivi Vigie chiro*. 2014, 11p.
- Arthur LAURENT & Michèle LEMAIRE (SFPEM) 2002. Les chauves-souris hôtes des ponts, connaissance et protection. 2 p. plaquette informative.
- LEGRAND R., BERNARD M., BERNARD T., 2006. *Recueil d'expériences : étudier, préserver les Chauves-souris en Auvergne autour des bâtiments, des souterrains, des ouvrages d'art et des milieux naturels*. Conservatoire des Espaces et Paysages d'Auvergne, Chauve-souris Auvergne, 158 p.
- LPO Aveyron, Faune sauvage en Aveyron – Atlas des vertébrés, Editions du Rouergue, 2008.
- LPO Isère. Le « Harp trap » un filet de capture original pour l'étude des chauves-souris [en ligne]. Disponible sur <<http://isere.lpo.fr/2012/le-harp-trap-un-filet-de-capture-original-pour-letude-des-chauves-souris>>
- LUSTRAT Philippe. *Les territoires de chasse des chiroptères de la forêt de Fontainebleau*. Le Rhinolophe 15 : 167 – 173 [en ligne]. Disponible sur <http://philippe.lustrat.perso.sfr.fr/terr_chasse_le_rhino.pdf>
- MARCOTTE D. *Géostatistique multivariable : le cokrigage* [en ligne] Ecole polytechnique, 2003. Disponible sur <<http://www.geo.upm.es/postgrado/CarlosLopez/glq3401geo/cokrigage.pdf>>
- Météo MC. *Le climat du massif central pour chaque phénomène météorologique* [en ligne]. Disponible sur <<http://www.meteo-mc.fr/climat-mc.php?type=Tempmaxjuillet3>>
- Muséum d'histoire naturelle de Bourges. Les Vespertilionidés : les Murins [en ligne]. 2009. Disponible sur <<http://www.museum-bourges.net/chauve-souris-les-vespertilionid%C3%A9s-les-murins-59.html>>
- NICOLAS Arnaud & Al. *Les lahars du flanc Nord-ouest du stratovolcan du Cantal*. Géologie de la France [en ligne]. 2002, n°1, p. 3-13. Disponible sur <<http://www2.brgm.fr/volcan/GF1-1-2002.pdf>>
- PARISE Claire. *Utiliser la télémétrie pour le suivi d'espèces*. Espaces Naturels n°30 Avril 2010 p.36 [en ligne]. Disponible sur <<http://www.espaces-naturels.info/node/209>>
- PAVISSE Roman. *Etude de la dispersion d'une colonie de Sérotine communes par transpondage*. M1 EBA. Caen : Université de Caen Basse-Normandie. Muséum d'Histoire Naturelle de Bourges, 2009, 25p.
- ROLLAND Christian. Le « Harp trap », un filet de capture original pour l'étude des chauves-souris. LPO Info n°23 Juillet 2012 [en ligne]. Disponible sur <<http://isere.lpo.fr/2012/le-harp-trap-un-filet-de-capture-original-pour-letude-des-chauves-souris>>
- RUYS T., BERNARD Y., (coords.) 2014. *Atlas des mammifères sauvages d'Aquitaine – Tome 4 – Les Chiroptères*. Cistude nature & LPO Aquitaine. Edition C. nature, 256 pp.
- SFPEM. *Les chauves-souris, des mammifères fascinants à protéger* [en ligne]. Disponible sur <<http://www.sfepm.org/pdf/plaquettegp.pdf>>
- TILLON Laurent & Al. 2012. Rapport d'expertise portant sur les chiroptères dans un objectif de gestion conservatoire – Forêt domaniale de Tronçais (03). ONF, Chauve-Souris Auvergne, 111p.
- Vigie Nature. Protocole pédestre [en ligne]. Disponible sur <<http://vigienature.mnhn.fr/page/protocole-pedestre>>

Résumé

Alter Eco est un bureau d'études naturalistes basé dans le Sud du Massif central. C'est sur ce secteur qu'il mène la plupart de ses activités. Elles consistent principalement en études d'impacts, diagnostics écologiques ou conseils environnementaux. Parmi leurs spécialités, les chauves-souris, et c'est sur ce thème que porte le stage. Il s'insère dans le contexte du projet de rédaction d'une liste commentée des chiroptères du Cantal. C'est un département qui présente une diversité de paysages abritant 27 espèces sur les 34 présentes en France.

Cette richesse et les compétences d'Alter Eco en la matière, justifient la volonté de faire le point sur les connaissances déjà acquises. Pour pouvoir les exploiter, la constitution d'une base unique numérisant toutes les données disponibles est nécessaire, cela constitue la première phase de ma mission. Dans un second temps, des inventaires ont été effectués dans les secteurs souffrant d'un déficit d'informations. Dans cette optique, la plupart des outils d'études des chiroptères ont été déployés, appareils de détection (Anabat, SM2, Tranquility transect, ...), suivi de gîtes, captures et télémétrie.

Ce travail de terrain a permis de combler certaines lacunes et de compléter la base. Celle-ci terminée, des études numériques et cartographiques ont été menées. Dans un premier temps, elles portent sur l'ensemble du jeu de données et cela pour rendre compte de l'étendue des connaissances. Mais en plus de ces commentaires globaux, il a fallu proposer des analyses spécifiques. Elles vont en partie reposer sur des cartes de probabilités de contact ou de présence éditées grâce au cokrigeage. Ce sont ces conclusions qui vont constituer la liste commentée des chiroptères du Cantal.

Mots-clés

chiroptères – Cantal – cokrigeage – base de données – inventaires