

Suivi de la colonie d'Ancy-sur-Moselle



Mélanie BIARNAIS

2009 - 2010

**Circulation des individus et épidémiosurveillance des Lyssavirus Européens
au sein d'un réseau de colonies de Sérotines communes**

(Eptesicus serotinus (Schreber, 1774 - Chiroptera))



CPEPESC Lorraine



Auteur : Liza Dadu

Le 30 janvier 2011

Sommaire

Figures et tableaux	4
Glossaire.....	5
Introduction	6
<i>I. Généralités.....</i>	<i>7</i>
A] Présentation des partenaires	7
1- l'Ecole Doctorale HES.....	7
2- Anses Nancy Laboratoire de la Rage et de la Faune Sauvage	7
3- La CPEPESC Lorraine et les Chiroptérologues.....	8
a) La CEPEPESC Lorraine	8
b) Les Chiroptérologues-conseil.....	9
4- Le Friedrich Loeffler Institut (Allemagne)	9
B] Les Chiroptères en France.....	9
1- Régime(s) alimentaire(s).....	10
2- Cycle Biologique et gîtes	10
3- La chasse.....	11
4- Menaces et Protection	12
5- Les espèces en France	13
6- La sérotine commune - <i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	14
a) Taxonomie.....	14
b) Répartition.....	14
c) Description et détermination	15
d) Biologie/Écologie :	16
7- Les maladies des chiroptères transmissibles à l'homme	17
C] La rage.....	18
1- Symptômes.....	18
2- Dans le monde.....	19
3- En Europe.....	19
4- En France :	20
5- Evaluation du risque de transmission des Lyssavirus à l'homme	22
<i>II. L'étude.....</i>	<i>23</i>
A] Définition de l'étude.....	23
1- Bref rappel des faits	23
2- Zone d'étude : description.....	24
3- Objectifs de l'étude	25
B] Matériel et méthodes :	26
a) Biologie/Dynamique des populations	26
b) Écologie/Comportement	27
c) Épidémiologie	30
d) Statistiques et Cartographie.....	31
C] Résultats	31
1- Comptages.....	31
2- Capture - Bagage.....	32

3- Prélèvements sang salive + analyses.....	33
a) Par RTCIT :	33
b) Par RT-PCR	33
4- Cadavres.....	34
5- Morphométrie.....	35
6- Radiotracking.....	36
7- Prospections	38
Conclusion.....	40
Remerciements.....	42
Personnes ressources / contacts.....	43
Références citées	44
Bibliographie intéressant le sujet d'étude	47

Figures et tableaux

- Figures

	Sérotine commune contenue – photo M. Biarnais	p.1
Fig.1	Cycles d'activité et des changements de gîte	p.10
Fig.2	Sérotine commune : répartition en France (1990-2003) - SFEPM	p.14
Fig.3	Sérotine commune : répartition mondiale (2010) - IUCN	p.14
Fig.4	Sérotine commune d'Ancy baguée – Photo J.Barrat	p.15
Fig.5	Sonogramme des cris d'écholocation d'E.serotinus – Vigie Nature	p.15
Fig.6	Evolution du Nombre de cadavres de chiroptères analysés vs positifs en France (1989-2010) – Anses Nancy	p.21
Fig.7	Carte des cadavres de chiroptères diagnostiqués positifs pour la rage en France métropolitaine (2010) – Anses Nancy	p.21
Fig.8	Situation de la colonie en France	p.24
Fig.9	Situation de la colonie par rapport à Metz – Google Map	p.24
Fig.10	Photo aérienne de la maison abritant la colonie à Ancy	p.24
Fig.11	Trou d'envol principal (avant toit) – Photo J. Barrat	p.24
Fig.12	Harp-trap « maison » fabriqué d'après les plans de L.DADU – Photo J. Barrat	p.26
Fig.13	Bague sur l'avant-bras gauche d'une sérotine commune – Photo J. Barrat.	p.26
Fig.14	Emetteurs Holohil LB-2N (haut) et BD-2NC (bas) - photo Holohil	p.28
Fig.15	Circuit comportant les points haut pour le contrôle par radiotracking – Google Map	p.28
Fig.16	Sérotine commune au gîte d'après vidéo infrarouge – Photo L. Dadu	p.29
Fig.17	Périmètre de la zone d'étude pour les prospections – Google Map	p.29
Fig.18	Prélèvement de sang sur la veine alaire – Photo J. Barrat	p.30
Fig.19	Prélèvement de salive par écouvillonnage – Photo J. Barrat	p.30
Fig.20	Evolution du nombre de sérotines comptées à la sortie du gîte (crépuscule)	p.31
Fig.21	Evolution des poids moyens des individus capturés, et selon le nombre de recaptures subies.	p.35
Fig.22	Cartographie des mouvements observés par radiotracking	p.37
Fig.23	Cartographie des sites recensés et prospectés par l'Anses et la CPEPESC Lorraine	p.38
annexe 2	Plan du harp-Trap « maison » - L.Dadu	

- Tableaux

Tab.1	Espèces de Chiroptères en France – Statut de protection - ONF	p.13
Tab.2	Rythmes biologiques des sérotines communes au sein des colonies de reproduction	p.16
Tab.3	Zoonoses des Chiroptères – d'après Sara (2002)	p.18
Tab.4	Sérologie des individus recapturés d'une année sur l'autre	p.34
Tab.5	Test t de Student sur les différences de poids avant et après recapture des individus suivis équipés d'émetteurs (coût énergétique).	p.35
Tab.6	Tableau récapitulatif du suivi par radiotracking 2009 - 2010	p.36
Annexe1	Tableau récapitulatif des données de capture 2009 – 2010 (morphométrie, sérologie, virologie).	

Glossaire

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.

CPEPESC : Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères

DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires

DGAI : Direction Générale de l'Alimentation

EBLV : European Bat Lyssavirus

EBLV- 1 : European Bat Lyssavirus type 1 encore appelé génotype 5

EBLV- 2 : European Bat Lyssavirus type 2 encore appelé génotype 6

F : Femelle

FAVN test: Fluorescence antibody virus neutralisation test

Gt: Génotype

ED HES : Ecole Doctorale « Homme – Environnement – Santé »

IF : Test d'immunofluorescence

IUCN : International Union for Conservation of Nature

M : Mâle

OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pB : Paires de bases

PCR : Polymerase chain reaction (amplification en chaîne de l'ADN)

RT-PCR : Reverse transcription polymerase chain reaction

RTCIT : Test d'isolement viral sur cellules

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SNC : Système nerveux central

Introduction

Depuis le premier cas de portage du virus EBLV-1a enregistré en France à Guéret (Creuse) en août 2000, la question de la distribution et des mécanismes de transmission des variants EBLV-1a et EBLV-1b chez les Sérotones communes est toujours à déterminer.

La Sérotonne commune (*Eptesicus serotinus*) est une espèce de chiroptère (chauve-souris) répandue sur tout le territoire français, elle n'est donc pas rare et c'est pour cette raison qu'elle bénéficie d'un niveau de protection moindre (IUCN, 2010) que certaines autres espèces de chiroptères. Ceci explique peut-être le fait que peu d'articles scientifiques traitent de leur comportement, relativement aux autres espèces de chiroptères.

Pourtant, selon les rapports de l'Anses (ex-AFSSA), la sérotonne commune est, à ce jour, la seule espèce de chiroptère en France ayant été positive aux Lyssavirus européens de génotype 1 (variants a et b). De plus, cette espèce choisit plus particulièrement les bâtiments pour se reproduire et préférentiellement isolés, donc le plus souvent habités par les hommes (greniers et combles). Cette proximité augmente le risque de morsure et donc de contamination.

Il est donc nécessaire de faire des études approfondies sur la dispersion et la virologie chez les Sérotones communes afin de mieux comprendre les mécanismes épidémiologiques chez ces animaux et d'évaluer l'ampleur du risque de transmission du virus à l'homme.

L'étude présentée dans ce rapport, a été menée dans le secteur d'Ancy-sur-Moselle (57) et concerne le suivi épidémiologique et l'analyse spatiale d'une colonie de sérotones communes ayant vécu l'été 2009 une forte mortalité due au virus EBLV1-b. Elle consiste à suivre l'évolution de l'infection d'une année sur l'autre ainsi que les déplacements des individus, afin de mettre en évidence des échanges entre colonies voisines. Elle permet d'apporter des éléments de réponse à la question « peut-on parler de “colonies suspectes” lorsqu'un cas de rage est identifié dans un secteur géographique donné ? ».

Le présent rapport débute par des généralités sur le cadre de l'étude, c'est à dire concernant les institutions impliquées dans celle-ci et, afin de bien cerner le propos, par des informations concernant le sujet principal, à savoir les chiroptères et la rage.

Dans une deuxième partie, l'étude est abordée dans plus de détail, les objectifs, les faits et la zone d'étude seront décrits. Ensuite, les techniques de suivi adoptés seront exposés pour finir sur les résultats de cette année et de l'année précédente et leur interprétation.

I. Généralités

Afin de bien comprendre le présent rapport, ce premier chapitre détaille le cadre scientifique et institutionnel de l'étude en présentant les différents partenaires, la biologie des chauves-souris ainsi que les connaissances actuelles sur la rage et notamment les lyssavirus européens, circulant dans les populations de chiroptères en France.

A) Présentation des partenaires

Cette étude résulte d'une étroite collaboration avec les partenaires suivants : L'école doctorale HES de Besançon, l'Anses Nancy, les chiroptérologues locaux, principalement de la CPEPESC Lorraine, du Muséum National d'Histoire Naturelle de la ville de Bourges ainsi que le Friedrich Loeffler Institute en Allemagne. Les rôles de ces différents acteurs sont exposés ci-dessous.

1- l'Ecole Doctorale HES

L'Ecole Doctorale 369 "Homme, Environnement, Santé" (ED HES), dirigée par les Professeurs Jacques MUDRY (Directeur), Patrick PLESIAT et Nadine BERNARD (Directeurs Adjointes), recouvre l'ensemble des équipes de recherche "Sciences de la Vie et Milieux Naturels" et "Sciences de la Vie, Santé" de l'Université de Franche-Comté avec lesquelles elle travaille à définir la politique et la stratégie de recherche en totale complémentarité. Elle correspond à la définition d'une Ecole Doctorale interdisciplinaire et monosite.

La politique scientifique de l'ED, s'appuie sur celle menée au sein du secteur de recherche "Biologie Santé Environnement" (BSE), soit sur une fédération d'une quinzaine d'équipes de recherche, offrant une capacité d'accueil de 130 doctorants encadrés par 120 chercheurs titulaires de l'HDR (Habilitation à Diriger des Recherches).

L'étude exposée dans ce rapport a été menée en 2009 par une étudiante en doctorat de l'ED HES, en collaboration avec l'Anses Nancy. L'étudiante était co-encadrée par Patrick Giraudoux (chercheur à l'UMR 6249 CNRS-INRA-INRAP : le Laboratoire Chrono-environnement de l'ED HES) et par Florence Cliquet, directrice de l'Unité Lyssavirus de l'Anses Nancy. Le comité de pilotage de la thèse comprenait également Francis Raoul, Chercheur au laboratoire de Chrono-environnement.

2- Anses Nancy Laboratoire de la Rage et de la Faune Sauvage

Ce laboratoire de l'Anses (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail) étudie les agents pathogènes (virus et parasites) et surveille l'apparition et/ou la diffusion des maladies. Il en analyse les causes et pour certaines, en

évalue les risques sanitaires. Il participe ainsi au recueil et à l'interprétation des données pour la veille sanitaire de la faune sauvage.

L'Anses Nancy est laboratoire national de référence (LNR) pour la rage et l'échinococcose. Il est aussi laboratoire communautaire de référence (LCR), laboratoire de référence de l'OIE, et centre collaborateur de l'OMS, pour la rage.

Les principaux programmes de recherche du laboratoire :

- Rage des chauves-souris en France : évaluation de la pathogénicité de certains virus circulant en France pour les carnivores domestiques et le renard.
- Développement et standardisation de méthodes : sérologie de la rage, diagnostic de l'échinococcose.
- Echinococcose alvéolaire : essais de moyens de prévention, étude du rôle des chiens et chats dans le cycle, évaluation du portage du renard urbain.

Les personnes les plus impliquées dans la conduite de cette étude et dans le pilotage de la thèse sont Florence Cliquet (Directrice de l'Unité Lyssavirus), Evelyne Picard-Meyer (Directrice adjointe de l'Unité Lyssavirus) et Emmanuelle Robardet (Chargée de projet au LCR Rage et Chercheur).

Les sessions de terrain ont été le plus souvent assurées par l'UPAS, l'Unité « Pathologie des Animaux Sauvages » du laboratoire, en collaboration avec les chiroptérologues locaux (CPEPESC - SFEPM).

3- La CPEPESC Lorraine et les Chiroptérologues

a) La CPEPESC Lorraine

La CPEPESC-Lorraine (Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères) est une association régionale créée en 1979 et régie par la loi locale de 1908 (équivalent de la loi nationale de 1901). Son siège se trouve à Holving en Moselle. Elle coordonne, dans sa région, les activités des membres de la CPEPESC. C'est le Groupe Chiroptère Lorraine de la SFEPM (Coordinateurs régionaux).

La CPEPESC-Lorraine s'est spécialisée dans l'étude des chauves-souris, leur protection, la gestion de leurs habitats, la formation et l'information du public.

Elle a pour objectifs :

- La protection des sites essentiels avec la création d'un réseau lorrain de sites protégés
- L'étude et les inventaires des espèces et des sites,
- La mise en place du réseau Natura 2000 pour les chiroptères,
- Le traitement informatique des données recueillies,
- La sensibilisation du public et la formation des professionnels.

La CPEPESC Lorraine, en collaboration avec l'Anses Nancy, supervise les actions sur le terrain dans cette étude (captures, prélèvements...) et la communication avec les élus locaux ainsi qu'avec la population.

b) Les Chiroptérologues-conseil

Ces autres chiroptérologues nous ont aidé pour la prise de décision aussi bien technique, scientifique et éthique.

Christine Harbusch : Chiroptérologue dans le bureau d'étude Prochirop en Allemagne, elle effectue des études d'impact avant aménagements sur les chauves-souris, ainsi que des inventaires chiroptérologiques. Elle travaille en collaboration avec l'Anses Nancy sur l'étude de la rage des chauves-souris, et notamment en tant que conseil scientifique sur cette étude. En effet, sa thèse de doctorat porte sur l'activité de 3 colonies de sérotine commune en Allemagne : caractérisation des gîtes (température, type) et de leur utilisation (placements dans le gîte) et des rythmes d'activité (horaires), suivi de la fidélité au gîte (bagueage), identification et caractérisation des terrains de chasse et du régime alimentaire de cette espèce.

Michèle Lemaire et Laurent Arthur : Conservateurs en chef et en second du Muséum National d'Histoire Naturelle de la Ville de Bourges, ils sont également coordinateurs du réseau SFEPM Chauves-souris et travaillent en étroite collaboration avec l'Anses Nancy. Ils ont joué un rôle important en tant que co-encadrants de la thèse et en tant que conseillers scientifiques et techniques. En effet, ils connaissent très bien les Sérotines communes car ils rendent possible une cohabitation paisible entre colonies de parturition et les habitants. Les colonies recensées sont particulièrement nombreuses dans le département Cher.

4- Le Friedrich Loeffler Institut (Allemagne)

L'Institut fédéral d'Epidémiologie « Friedrich-Loeffler-Institut », est spécialisé dans la recherche sur la santé animale en Allemagne. Il accueille le centre de collaboration avec l'OMS pour la recherche et la surveillance de la rage et le laboratoire de référence à l'OIE sur la rage. Les chercheurs impliqués dans le pilotage de la doctorante chargée de l' travaillent sur l'épidémiologie et le contrôle de la rage en Europe depuis plus de 20 ans : Thomas Müller (Chercheur et directeur du centre de collaboration avec l'OMS et du laboratoire LCR) et Conrad Freuling (chercheur).

Bj Les Chiroptères en France

Ces animaux présentent de nombreuses particularités, notamment à cause de leur activité nocturne dont le mode de déplacement par l'utilisation d'un sonar est remarquable. De plus, Ce sont les seuls mammifères capables d'un vol actif. Le coût d'un tel vol est considérable. L'accumulation et l'économie d'énergie sont donc au centre de leur mode de vie et déterminent leur cycle, alternant période intense de chasse et hibernation.

1- Régime(s) alimentaire(s)

Dans le monde, les exigences écologiques des chauves-souris sont très variables d'une espèce à l'autre, autant que celles d'un canard sont différentes de celles d'une hirondelle, si l'on fait le parallèle entre ce groupe et celui des oiseaux (Limpens et al, 2005). Selon le régime alimentaire, elles ont des rôles écologiques très variés et parfois essentiels : régulation des populations (notamment d'insectes), pollinisation, dissémination des graines, vecteur de pathogènes (plus particulièrement pour les hémato-phages)...

Cependant, la totalité des espèces françaises (34 à ce jour) et même européennes ont un point commun puisqu'elles sont toutes insectivores, le plus souvent de manière exclusive. De part ce régime alimentaire, les chauves-souris seraient nos alliées pour la lutte contre les insectes ravageurs et nuisibles. Elles pourraient ingurgiter jusqu'à 800 insectes par individu chaque nuit. Ces insectes nuisibles peuvent parfois être des ravageurs des cultures (ex : pyrales), parfois des forêts (ex : papillons défoliateurs) ou tout simplement les moustiques et les mouches. Ayant un rôle essentiel de contrôle des populations d'insectes dans les écosystèmes, leur présence à nos côtés serait plus que justifiée.

L'image des chauves-souris s'est par ailleurs récemment dégradée en France, car ses populations peuvent être touchées par le virus de la rage. Méconnues, souvent détruites par le grand public, invoquant des croyances non-fondées, les espèces insectivores n'attaquent pourtant pas l'homme s'il ne les touche pas.

2- Cycle Biologique et gîtes

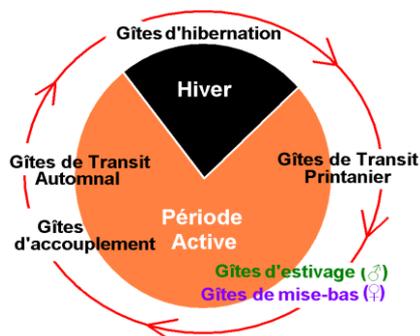


Fig.1 Cycles d'activité et des changements de gîte

Le cycle des chauves-souris s'articule tout autour de la ressource en insectes. L'hiver étant une saison très pauvre en insectes, les chauves-souris sont contraintes de passer l'hiver en hibernation, vivant au ralenti (en hypothermie) sur leurs réserves accumulées pendant les trois autres saisons de l'année.

L'entrée en hibernation nécessite des températures basses stables, un taux d'humidité proche de la saturation et beaucoup de calme. Cela explique leur tendance à passer l'hiver dans les milieux souterrains. Cependant, certaines espèces peuvent hiberner dans les arbres ou les ponts.

A la sortie de l'hiver, les chauves-souris se « réveillent » et changent de gîte, c'est la période du transit printanier. Des gîtes intermédiaires « de transit », peuvent alors être colonisés avant le gîte de mise-bas.

Les femelles vont en général mettre bas dans des nurseries, formant des « essaims », véritables tapis vivants de jeunes non-volants agglutinés les uns aux autres, gardés par quelques adultes, parfois plusieurs espèces confondues. Preuve de leur budget énergétique restreint, elles ne donnent naissance qu'à un seul petit maximum par an, exceptionnellement deux. Les femelles, devant allaiter leur jeune chassent intensément et reviennent plusieurs fois dans la nuit au gîte, pour nourrir son petit. Ces nurseries sont en général très chaudes et

bruyantes. Les gîtes dans les bâtiments peuvent abriter de très grandes colonies (de l'ordre du millier), bien plus que les arbres.

Les mâles, eux, vivent en général en solitaire, pendant la période estivale, dans des gîtes isolés.

Les jeunes apprennent progressivement à voler en accompagnant leur mère en s'éloignant de plus en plus du gîte où ils sont nés, jusqu'à leur émancipation. Après celle-ci, généralement en début d'automne, les mâles font la cour aux femelles. Les partenaires peuvent alors de nouveau changer de gîte pour s'accoupler. Les individus retourneraient progressivement vers leur gîte d'hibernation, utilisant parfois des gîtes de transit, c'est le transit automnal.

La gestation est mise en pause pendant l'hibernation, soit en différant la fécondation (stock de sperme) soit en stoppant le développement embryonnaire.

3- La chasse

Les espèces ont différentes stratégies de chasse et de vol. Certaines glanent les insectes sur le feuillage (Oreillard), certaines chassent les insectes au sol (grand murin), d'autres chassent très haut en altitude (Noctules), d'autres encore chassent en rasant la surface de l'eau (Murin de Daubenton, de Capaccini...) et enfin, certaines peuvent chasser à l'affût, perchées dans les arbres (rhinolophes).

Les Chauves-souris préféreraient chasser dans les forêts de feuillus, les prés pâturés et les zones humides à cause de leur richesse en insectes, et éviteraient les cultures et les tourbières. Certaines espèces peuvent chasser dans les forêts de résineux (pipistrelles et oreillard roux), souvent évitées par les autres espèces. Les zones urbaines, sont également souvent évitées, sauf par les pipistrelles et les sérotines (Halcrow Group Ltd, 2006).

Les zones de chasse où elles prélèvent ces insectes peuvent parfois nécessiter de grands déplacements. Les distances parcourues quotidiennement pour la chasse peuvent varier (selon les espèces) de 5 à 10 km du gîte et les transits saisonniers entre gîtes peuvent atteindre 40 km en été et jusqu'à 100km en hiver (Parsons et al, 2003 in : Halcrow Group, 2006).

Entre le gîte et le terrain de chasse ou entre les différents gîtes, les chauves-souris emprunteraient toujours les mêmes routes en suivant notamment les structures linéaires du paysage. Ce sont plus particulièrement les alignements de buissons et d'arbres, les haies, les cours d'eau, les murs, les barrières, les lisières forestières les fossés et même parfois les routes. Cette routine leur permettrait de rester protégées des prédateurs et d'améliorer leur orientation. Elles chasseraient également le long de ces axes (Keeley, 2005).

Les haies seraient particulièrement utilisées par les chauves-souris pour se repérer dans leur déplacements (Halcrow Group Ltd, 2006) mais également pour se déplacer en restant à l'abri des prédateurs et du vent. Elles apprécieraient peu les zones ouvertes pour ces mêmes raisons. Les haies constituent, de plus, en elles-mêmes d'importants terrains de chasse.

4- Menaces et Protection

À cause de leurs comportements routiniers et de leur budget énergétique restreint, les chauves-souris sont très sensibles aux modifications de leur environnement. La perte d'un terrain de chasse, diminue la disponibilité en proies et donc représente un coût énergétique considérable se répercutant sur les taux de mortalité et de reproduction des populations (Néomys, 2005).

De plus, la période d'hibernation est très sensible puisqu'un simple réveil durant cette période équivaldrait à une centaine d'heures passées en hibernation. Elles sont, de plus, pendant cette période, pratiquement immobiles, elles peuvent même parfois geler, si elles ne se réveillent pas à temps.

Un déficit énergétique pourrait ainsi entraîner le déclin des populations à long terme.

En raison de cette vulnérabilité, toutes les espèces françaises de chauves-souris sont intégralement protégées.

A l'international par :

- La Convention de Bonn (23 juin 1979) et de Berne (9 septembre 1886) qui demande aux pays signataires d'assurer la protection de toutes les espèces de chiroptères décrites dans les annexes ainsi que leurs gîtes de reproduction et d'hibernation. De nombreux pays mettent en place des programmes de protection des espèces mais également de leurs habitats (arbres sénescents, bois mort, grottes, mines ou tunnels, greniers...).
- L'IUCN classe 19 espèces de chiroptères dans la liste rouge de la faune menacée de France et 13 espèces sont présentes sur la liste rouge mondiale.

En Europe par :

La directive européenne « Habitats, Faune, Flore » appliquée depuis le 5 juin 1994 demande aux pays de la communauté européenne la protection stricte de toutes les espèces de chiroptères (elles figurent à l'annexe IV) et stipule qu'il est interdit de tuer, déranger ou de dégrader les habitats des chauves-souris. Elle demande également la désignation de zones spéciales de conservation pour les 12 espèces figurant à l'annexe II.

Eurobats publie des documents d'aide et de conseil de type guides de bonnes pratiques (Aménagements, Energie éolienne, infrastructures de transport, gestion forestière, protection des gîtes...).

En France par :

- L'arrêté ministériel du 17 avril 1981 relatif à la loi de protection de l'environnement de 1976 (protection intégrale) ;

L'arrêté ministériel du 23 avril 2007 relatif à la protection des mammifères selon l'article L.411-1 du Code de l'environnement ;

5- Les espèces en France

Ce tableau présente 29 des 33 espèces présentes en France et leur statut de protection :

	<u>PROTECTION</u>				<u>LISTE ROUGE</u>		<u>STATUT BIOLOGIQUE</u>
	France	Dir. Hab.	Berne	Bonn	France	Monde	
<u>Rhinolophidés</u>							
Rhinolophe Eurvale	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Grand Rhinolophe	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	Lr:ed	Rr, ST
Petit Rhinolophe	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Rhinolophe de Mehely	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	E	VU	Mi
<u>Vespertilionidés</u>							
Barbastelle	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Sérotine de Nilsson	Nm.1	An 4	B2	b2	R	/	Ri, Mr
Sérotine Commune	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Vespère de Savi	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Minioptère de Schreibers	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	LR:nt	Rr, Mr
Vespertilion de Bechstein	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Petit Murin	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	/	Rr, ST
Vespertilion de Brandt	Nm.1	An 4	B2	b2	R	/	Rr, ST
Vespertilion de Capaccini	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Vespertilion des Marais	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	E	VU	Mr
Vespertilion de Daubenton	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Vespertilion à oreilles échanquées	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	VU	Rr, ST
Grand Murin	Nm.1	An 2 An 4	B2	b2	V	LR:nt	Rr, ST
Vespertilion à moustaches	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Vespertilion de Natterer	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Grande Noctule	Nm.1	An 4	B2	b2	I	LR:nt	Mi
Noctule de Leisler	Nm.1	An 4	B2	b2	V	LR:nt	Rr, Mr
Noctule Commune	Nm.1	An 4	B2	b2	V	/	Rr, Mr
Pipistrelle de Kuhl	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Pipistrelle de Nathusius	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Ra, Mr
Pipistrelle Commune	Nm.1	An 4	B3	b2	S	/	Rr, ST
Oreillard Roux	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Oreillard Gris	Nm.1	An 4	B2	b2	S	/	Rr, ST
Sérotine Bicolore	Nm.1	An 4	B2	b2	R	/	Ri, Mr
<u>Molossidés</u>							
Molosse de Cestoni	Nm.1	An 4	B2	b2	R	/	Rr, ST

Tab.1 Espèces de Chiroptères en France – Statut de protection - ONF

LEGENDE	
<u>Protection</u>	
France :	
* Arrêtés ministériels (Nm1) : protection intégrale	
Europe :	
* Berne Annexe II (B2) : espèces de faune strictement protégées	
* Bonn Annexe II (b2) : espèces migratrices se trouvant dans un état de conservation défavorable et nécessitant l'adoption de mesures de conservation et de gestion appropriée.	
* Directive habitats : Annexe II (An 2) : espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation des Zones Spéciales de Conservation.	
* Directive Habitats : Annexe IV (An 4) : espèces animales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.	
<u>France - Catégories de menaces IUCN utilisées</u>	
*E : espèce en danger	
*V : espèce vulnérable	
*R : espèce rare	
*I : espèce au statut indéterminé	
*S : espèce à surveiller	
<u>Monde - Catégories de menaces IUCN utilisées</u>	
* Vu : vulnérable	
* LR : faible risque	
* nt : quasi menacé	
* dc : dépendant des mesures de conservation	
<u>Statut biologique</u>	
*Rr : reproducteur régulier	
*Ri : reproducteur irrégulier	
*Mi : Migrateur irrégulier	
*Mr : migrateur régulier	
*St : sédentaire transhumant	

6- La sérotine commune - *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774)

a) Taxonomie

La sérotine commune, *Eptesicus serotinus* appartient à la classe des Mammifères, ordre des Chiroptera, famille des Vespertilionidae, sous-famille Vespertilioninae, tribu Eptesicini, genre *Eptesicus*. Sa formule dentaire est : 2113 / 3123 = 32

Cette espèce comprendrait 11 sous-espèces (Wilson and Reeder, 2005).

b) Répartition

La sérotine commune est, comme son nom l'indique, très commune et largement répartie sur l'Eurasie jusqu'au 55° parallèle Nord (limite Nord : sud de l'Angleterre, Danemark, Lituanie), à l'Est, elle est observée jusqu'en Chine (IUCN 2010). En France, elle est représentée dans toutes les régions y compris la Corse (Schober & Grimmberger, 1991).

A droite, la carte de répartition en France établie par la SFPEM (1990-2003) et ci-dessous, la carte de répartition mondiale, établie pour la liste rouge par l'IUCN (mise à jour en 2010).

Fig.2 Sérotine commune : répartition en France (1990-2003)

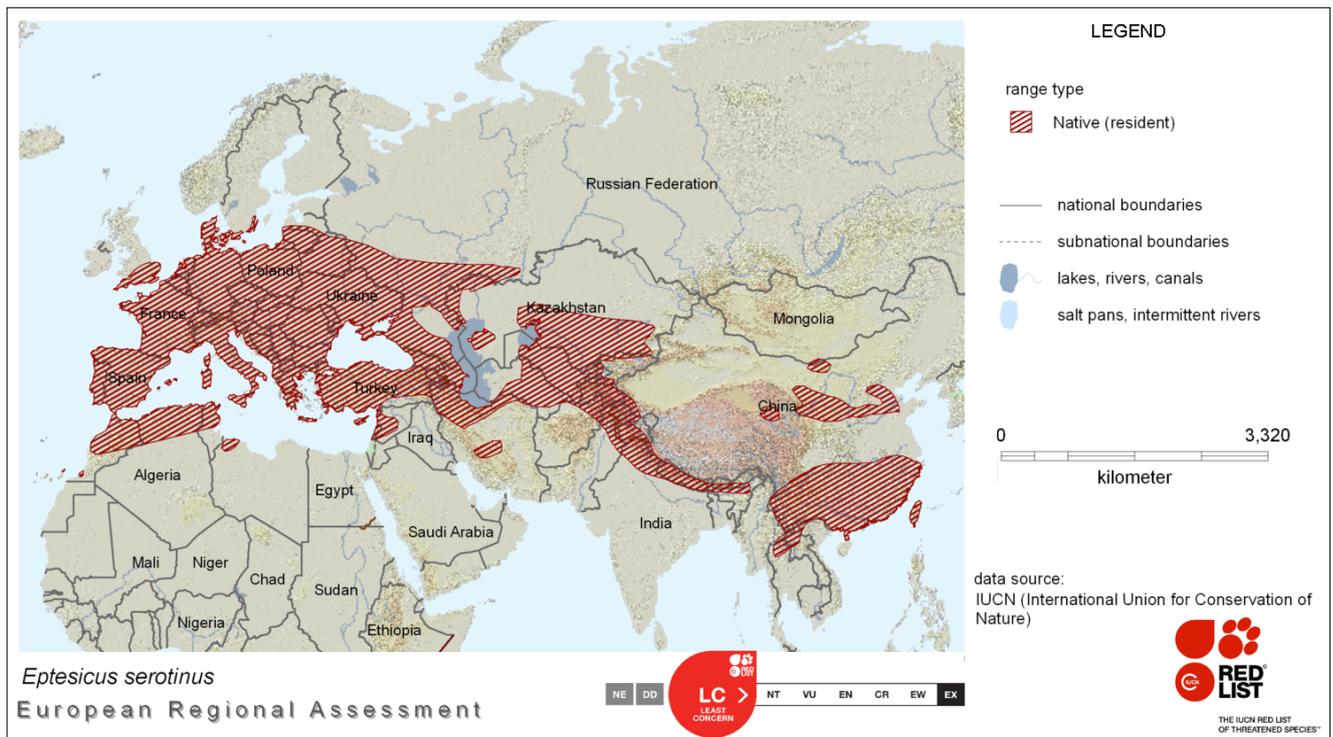
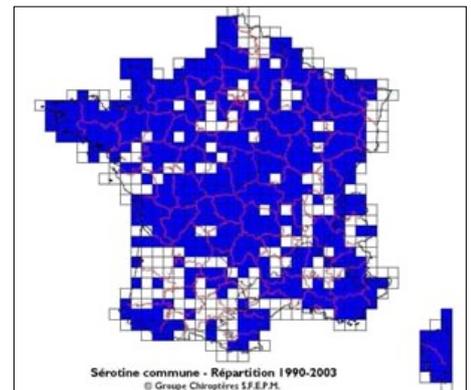


Fig.3 Sérotine commune : répartition mondiale (2010) - IUCN

c) Description et détermination

Cette chauve-souris possède un pelage long, allant de brun foncé à brun clair (parfois roux) et fauve-jaunâtre sur la face ventrale. La face ainsi que toutes les membranes et ses courtes et triangulaires oreilles sont très sombres.

Avec une envergure pouvant atteindre 38 cm et un poids variant entre 14 et 35 grammes, la Sérotine Commune fait partie des grandes chauves-souris européennes. Sa longévité peut-être supérieure à 20 ans.

En vol, la sérotine commune est reconnaissable par ses ailes larges et ses oreilles dépassant de sa tête, on peut la voir voler lentement au crépuscule, décrivant des grands cercles dans les vergers, les jardins, ou autour des lampadaires (Schober & Grimmberger, 1991).



Fig.4 Sérotine commune d'Ancy baguée – Photo J.Barrat

Au niveau acoustique, la sérotine commune émet dans une bande de fréquence allant de 22 à 23 kHz. Il y a une absence de variation brutale dans les fréquences de cri. La fréquence des cris diminue très progressivement. Le rythme des cris est assez chaotique. La modulation est assez forte même dans les cris les plus longs. La forme du sonogramme est ronde et non cassée en V (source : site web Vigie Nature). Ci-dessous, un exemple de sonogramme des cris d'écholocation de la sérotine commune (source : site web Avisoft Bioacoustics).

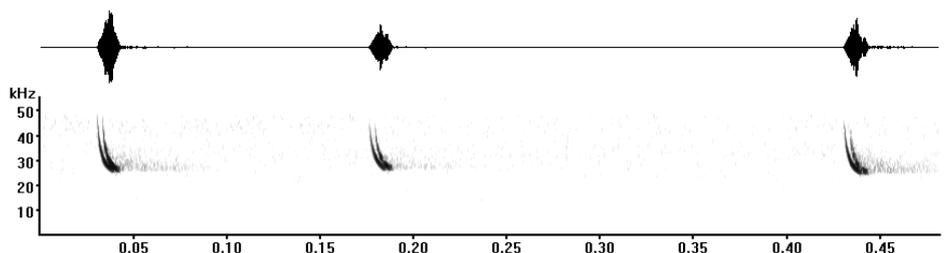


Fig.5 Sonogramme des cris d'écholocation d'E.serotinus – Vigie Nature

d) Biologie/Ecologie :

Les déplacements et la chasse

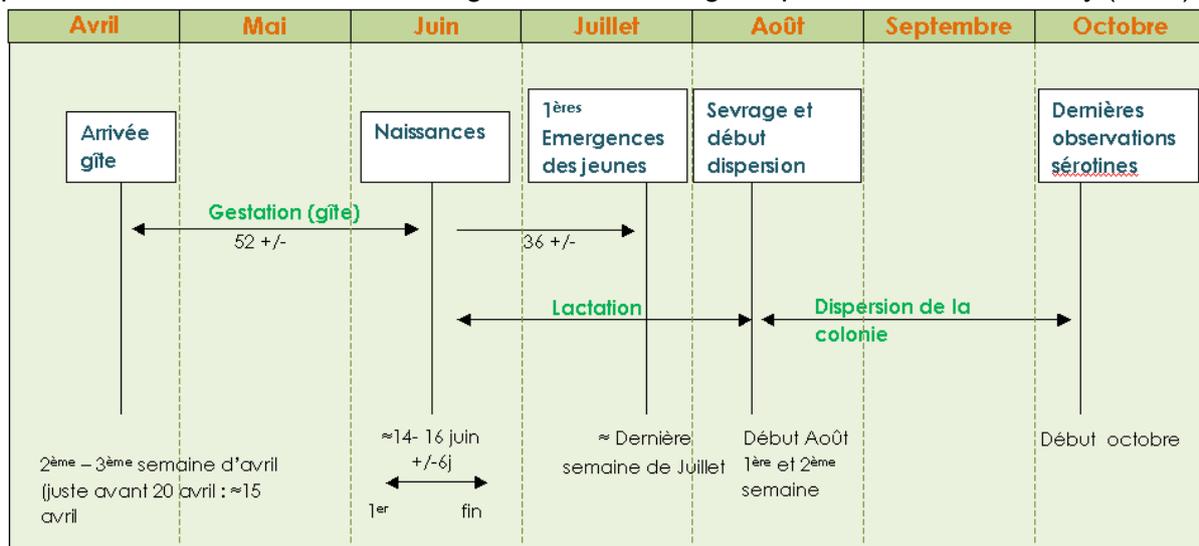
Les sérotines communes semblent être plutôt sédentaires bien qu'il ait été signalé des déplacements de 83, 145, 204 et même 330 km. Elle serait donc potentiellement migratrice (Schober et Grimberger, 1991). Une thèse en Angleterre, actuellement en préparation, vise à déterminer si les sérotines communes sont capables de traverser la mer du Nord.

La Sérotine commune fait partie des espèces de chauves-souris qui ont le mieux su s'adapter à l'anthropisation des milieux naturels. On la rencontre en ville comme en campagne, avec une nette préférence pour les milieux mixtes (Arthur, Lemaire, 1999). Elle chasse sur des territoires variant entre 1 et 2 km de distance au gîte selon certains auteurs (Kervyn, 2001 ; Dense, 1992) voire 6,5 km en moyenne d'après Catto et al (1995) ce qui est relativement réduit, comparé aux autres grandes espèces. Ses terrains de chasse privilégiés seraient les milieux forestiers, en particulier en lisière de forêt, suivi par les prairies et enfin les villes et villages (Harbusch, 2002).

Le régime alimentaire des Sérotines communes serait principalement constitué de coléoptères (>50%), suivi par les diptères et 4 autres groupes d'insectes (dans ordre décroissant) : Hémiptères, Hyménoptères, Lépidoptères et Neuroptères (Harbusch, 2002).

Rythmes biologiques des colonies de reproduction

Le tableau ci-dessous reprend les rythmes biologiques des individus dans les colonies de parturition d' *E. serotinus* en Allemagne et Luxembourg. D'après Harbusch et Racey (2006).



Tab.2 Rythmes biologiques des sérotines communes au sein des colonies de reproduction

Gîtes

Les sérotines communes forment au printemps des colonies de mise-bas, composées de femelles et de quelques sub-adultes, qui se dispersent à partir du mois d'août, lorsque les jeunes sont volants (Harbusch, 2002). Les femelles mettent bas un jeune par an, rarement 2, et les mâles forment de petits groupes à part ou vivent en solitaire.

Les gîtes d'été des Sérotines communes sont pour la plupart localisés dans des combles plus ou moins vastes, on la trouve dans les greniers, derrière les parois artificielles ou encore en petit nombre derrière les volets (Kervyn et al, 1997). L'espèce présente une grande capacité à se faufiler et se dissimuler dans les plus petites anfractuosités. L'aspect thermique serait très important dans le choix des gîtes de reproduction. En effet, il semblerait que les sérotines communes changent de gîte lorsque les températures sont extrêmes. Elles changeraient de place dans les greniers spacieux (elles descendent lors de fortes chaleurs) et changeraient de gîte dans les petits espaces comme les fissures, les nichoirs ou les volets (Harbusch, 2002).

Leur comportement lors de la période d'hibernation est encore largement méconnu. Cependant, elles ont été observées dans les grottes, les galeries, les caves, les fentes des poutres dans les greniers, derrière les tableaux dans les églises et dans les tas de bois (Schober et Grimmberger, 1991).

La notion de métapopulation commence à transparaître depuis plusieurs années chez cette espèce (Harbusch, 2002 ; Simon et Al, 2004), mais personne ne sait précisément sur quelle échelle de distance s'effectuent les éventuels transferts, ni quel pourcentage d'individus ils concernent au sein des colonies. La thématique des échanges entre colonies d'une même métapopulation est au cœur de notre question principale « peut-on parler de “colonies suspectes” lorsqu'un cas de rage est identifié dans un secteur géographique donné ? ».

La rage en France et les sérotines communes

Les 48 cas de rage chez les chiroptères en France depuis 1989 concernent exclusivement des Sérotines Communes, porteuses du type viral EBL-1 à l'exception d'un cas découvert chez une Pipistrelle de Nathusius qui porte aujourd'hui à discussion et d'un cas exotique chez une roussette importée d'Afrique (virus Lagos). La Sérotine est donc à manipuler avec précaution, notamment lorsqu'elle semble blessée ou affaiblie, même si la transmission du virus vers les autres espèces semble tout à fait anecdotique, et ne concernerait que quelques animaux dont la contamination n'a pas été avérée à 100% (un chat, un mouton et une fouine) (AFSSA, 2007). Il est nécessaire pour étudier et manipuler ces animaux d'être vacciné.

7- Les maladies des chiroptères transmissibles à l'homme

Comme tous les animaux, les chauves-souris peuvent héberger des organismes pathogènes. Suivant les auteurs, les zoonoses imputables aux chauves-souris ne sont pas forcément toutes les mêmes. Mais pour tous, les chauves-souris pourraient transmettre des maladies bactériennes, virales, parasitaires et fongiques (Sara, 2002). Dernièrement, une affection probablement fongique appelée le WNS (White Nose Syndrome) a décimé les populations américaines de chiroptères cavernicoles en période hivernale. Cette affection a pour caractéristique l'apparition d'un champignon (*Geomyces destructans*) sur les parties charnues (ailes, face), d'où le nom du « nez blanc ». Des études sont menées pour déterminer les possibilités de contamination et le niveau de pathogénicité de *Geomyces destructans* pour l'homme et pour les chiroptères européens.

Ce tableau reprend les différentes zoonoses affectant les chauves-souris dans le monde, d'après la thèse vétérinaire de Sara (2002) :

Tab.3 Zoonoses des Chiroptères – d'après Sara (2002)

Zoonoses	Littérature	Zoonoses	Littérature
PARASITAIRES		VIRALES	
Histoplasmose	1,2,3	Virus Bimiti	1
Blastomycose	3	Virus Catu	1
Candidose	3	Virus Guama	1
Scopulariose	1,3	Virus Nepuyo	1
Torulopsis	3	Virus Tacaribe	1, 2
Maladie de Chagas	1	Virus Taman bat	1
Cryptococcose	3	Stomatite vésiculeuse	2
BACTERIENNES		Fièvre West Nile	2
Tuberculose	3	Encéphalite de Saint-Louis	1, 2
Brucellose	1	Ecéphalite Japonaise B	1, 2, 3
Leptospirose	1,3	Encéphalite verno-estivale de Russie	2
salmonellose	3	Encéphalite équine de l'Ouest	3
Shigellose	2,3	Fièvre jaune	1, 2
Borreliose	3	Fièvre Bunyavirus groupe C	2
Fièvre Q	3	Maladie de la forêt de Kyasanur	2
		Relapsing fever, tick borne	2
		Virus Mount Suswa bat	3
		Chikungunya	3
		Virus Rio Bravo	1, 3
		Montana Myotis leukoencéphalitis	3
		Encéphalite équine vénézuélienne	1, 3
		Serratiose	3
		Rage	2, 3

Références :

- 1 - SODEMANWA (2000)
- 2 - ACHA PNSZYFRESB (1989)
- 3 - HILL JE SMITH JD (1984)

Les chauves-souris sont de plus en plus considérées comme des réservoirs potentiels et la liste des micro-organismes qu'elles peuvent abriter augmente régulièrement. Elles peuvent y être sensibles comme pour le virus de la rage ou être simplement des porteuses saines. Ces dernières sont les plus dangereuses car rien apparemment ne fait soupçonner leur état (Sara, 2002).

C) La rage

En raison de ses symptômes violents et de sa létalité rapide, la rage est connue et redoutée depuis 3500 ans avant JC. La première mention écrite de la rage est dans le Codex d'Eshnunna (ca. 1930 avant JC). La rage a ensuite été considéré comme un fléau pour sa prévalence dans le 19e siècle. La peur des animaux responsables de la transmission de la rage est encore présente dans notre culture.

1- Symptômes

La rage est une maladie qui provoque des encéphalites mortelles pour l'homme, sauf si elle est traitée avant l'apparition des symptômes : Hydrophobie, fièvre, maux de tête, hypersalivation, malaise, dysphagie, douleurs abdominales, paresthésie et insomnie (Lopez et al, 1992).

Chez les chiroptères, les animaux atteints sont principalement agités, agressifs (morsure) voire peuvent présenter des périodes alternées de furie et de paralysie ou au contraire sont

apathiques (Sara, 2002) mais il semblerait que certains animaux soient des « porteurs sains », ne présentant pas de signes cliniques mais étant contagieux. Cependant, certains auteurs contestent l'existence de tels animaux (Acha et Arambulo, 1985) selon eux, il est possible qu'il y ait de très longues périodes d'incubation ou une confusion avec d'autres maladies présentant les mêmes symptômes (dans le cas d'absence de confirmation en laboratoire).

Selon une étude chez les chauves-souris insectivores, le temps d'incubation peut varier (en laboratoire) de 2 à 25 semaines et au moins 209 j sur incubation naturelle (Moore et Raymond, 1970). Il semblerait également que parfois, les animaux ne meurent pas systématiquement (Shankar et al, 2004 ; Freuling, 2009).

2- Dans le monde

Cas de rage

Chaque année, 30 000 personnes seraient victimes de la rage dans le monde (rage des chiroptères et des carnivores confondues). La rage chez les chauve-souris vampires est très répandue.

Génotypes

Les chauves-souris dans le monde sont touchées par deux types de rage différentes :

- La Rage « vraie » de génotype 1 : c'est la rage des carnivores (renards, chiens viverrins) qui touche également les chiroptères en Amérique (surtout les vampires).
- Les « Virus apparentés rage » : c'est la rage qui touche largement les chauves-souris, appartenant à la famille des Rhabdoviridae, genre Lyssavirus, contenant 7 génotypes dont 6 sont retrouvés chez les chauves-souris.

3- En Europe

Cas de rage

95% des cas en Europe concernent la sérotine commune. Depuis 1977 : plus de 800 cas de chiroptères atteints de rage ont été reportés en Europe.

La transmission des EBL à l'homme et aux animaux terrestres est possible mais très réduite. Cependant, 3 cas en Europe de transmission vers des animaux domestiques/sauvages ont été reportés :

- 5 moutons au Danemark
- 1 fouine en Allemagne
- 2 chats en France (Dacheux et al, 2008)

Génotypes

En Europe, les deux types de rage sont observés, mais le génotype 1 est seulement présent chez les carnivores ; les chauves-souris sont touchées pas les lyssavirus Européens de génotype 5 (EBLV-1) sur *Eptesicus serotinus* et 6 (EBLV-2) sur les chauves-souris du genre *Myotis* (*M. daubenton*, *M. dascyneme*).

Epidémiosurveillance chez les chiroptères

L'intensité de l'épidémiosurveillance dans les différents pays européens et le nombre de cas recensés sont corrélés, il y a un biais d'échantillonnage :

- il y a des millions de chauves-souris et seulement quelques centaines analysées.
- 25 espèces sur 33 ont été analysées et ne sont pas représentées au prorata de leurs effectifs naturels supposés.

Les pays ayant un réseau de surveillance organisé sont : Allemagne, France, Pays-Bas, Danemark et Grande Bretagne. La majorité des cas recensés le sont dans ces pays (>90%).

4- En France :

Cas chez l'homme

En France métropolitaine, le dernier cas mortel de rage sur un être humain remonte à 1924, cependant, en Guyane française, le dernier cas a été reporté en 2008. Selon les services sanitaires et vétérinaires, ce cas serait lié directement ou indirectement à un contact avec une chauve-souris.

Génotypes

En France, seul le génotype 5 est pour l'instant détecté (EBLV-1) chez les chiroptères, il comporte deux sous-types : EBLV-1 a et EBLV-1 b. La présence du génotype 6 est cependant fortement suspectée car il est présent dans les pays frontaliers (en Allemagne par exemple).

Pays Indemne de rage

En France métropolitaine, la rage des carnivores domestiques et sauvages a été éradiquée grâce notamment à la vaccination, y compris la vaccination par voie orale des renards, et à la mise en oeuvre d'une politique sanitaire adaptée : identification des animaux domestiques, contrôle des chiens errants, mesures aux frontières...

Depuis la fin de ces campagnes de vaccination et l'élimination de la rage des carnivores (dernier cas en 1998), le pays est considéré indemne de rage par l'Office international des Epizooties (OIE) depuis décembre 2000. Ce statut est pourtant maintenu bien que, dès les années 1950, la présence de rage chez les chiroptères est été soupçonnée et, à partir des années 1980, identifiée de manière plus précise (Lyssaviroses de génotype 5 et 6).

Dans ce contexte, il est devenu nécessaire de chercher à mieux connaître le fonctionnement épidémiologique de la rage des Chiroptères (génotypes et phylogénie, circulation, mode et risques de transmission, vecteurs, séroconversion...).

Epidémiosurveillance chez les chiroptères (données Anses Nancy)

Depuis 2000, la DGAI (Direction générale de l'Alimentation) décide de renforcer la surveillance des Chauves-souris. La gestion de l'étude a été confiée à l'AFSSA Nancy (ex-Anses) notamment afin d'estimer les risques pour la santé publique et améliorer les connaissances sur l'épidémiologie. Depuis ce renforcement, le nombre de cadavres adressés à l'AFSSA a été multiplié par 10 : 20 prélèvements par an entre 1989 et 2000 ; 220 en 2003. Le nombre de cas a aussi beaucoup augmenté (9 cas/200 étudiées de 1989-2000 et 36 cas/1711 de 2001-2009). 2,3% des chauves-souris analysées sont porteuses de rage, mais ce n'est pas significatif (biais d'échantillonnages cf paragraphe Epidémiosurveillance en Europe). De plus, la plupart des cas en France se trouvent en Moselle (AFSSA), en Bretagne et à Bourges, car les partenaires y sont d'avantage impliqués que dans les autres

régions. Un pic de cas positifs en 2009 est également dû à la découverte de la colonie d'Ancy-sur-Moselle, ayant vécu une forte mortalité causée par la rage (Cf figure ci-dessous).

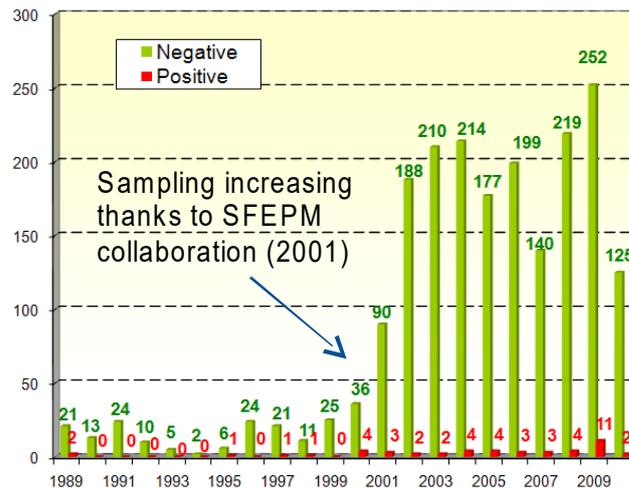


Fig.6 Evolution du Nombre de cadavres de chiroptères analysés vs positifs en France (1989-2010) – Anses Nancy

High mortality in Ancy (2009)

Deux types de surveillance sont effectuées en France :

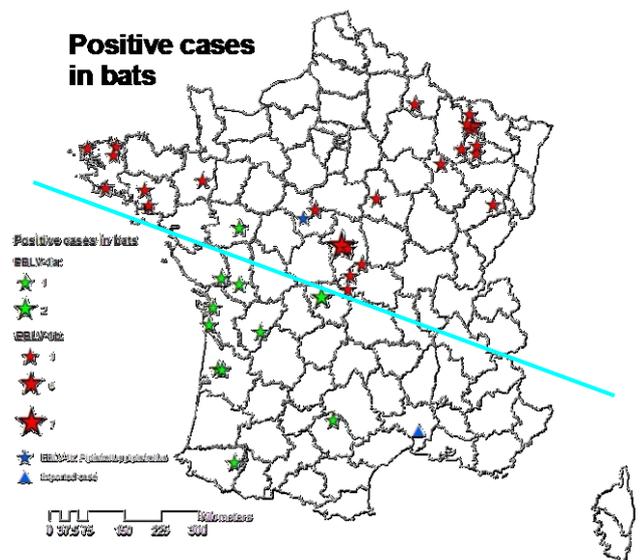
- L'Épidémiologie dite passive :

Il s'agit de la collecte et le diagnostic des cadavres ou des chauves-souris entrées en contact avec l'homme (25 sp/33 ; toutes les régions sont concernées).

Les espèces principalement collectées sont : les pipistrelles (978 – 53%), les sérotines (172 – 9%), les murins (dont 157 *Myotis myotis*) et les oreillards (112) puis les noctules (76) et les rhinolophes (55) et très peu de daubentons (2%).

47 cas (tous des sérotines communes) ont été diagnostiqués positifs de 1989 à aujourd'hui (dont 38 de 2001 à 2010). Les génotypes sont EBLV-1 a et EBLV-1 b. +1 pipistrelle (2000) infectée par EBLV-1 b dans les PO.

Les sous-types d'EBLV-1 semblent se répartir de part et d'autre d'une ligne imaginaire partant du Sud de la Bretagne au Golfe du Lyon (Cf carte ci-contre).



diagnostiqués positifs pour la rage en France métropolitaine (2010) – Anses Nancy

- L'Épidémiologie dite active :

Cette surveillance est possible grâce à la collaboration avec le réseau du Groupe chiroptères de la SFEPM. Les chiroptérologues vaccinés effectuent des captures/relâchers de chauves-souris et des prélèvements de salive et/ou de sang afin de savoir combien d'animaux bien portants sont excréteurs de virus et d'évaluer la séroprévalence de ceux-ci.

Des anticorps sont présents sur 5 espèces, principalement la Sérotine commune et le grand murin. Certains animaux ont un titrage suffisant pour être immunisés, mais on ne sait pas par quel moyen ils l'ont été. Si ces animaux ont été immunisés par contact direct avec le virus, on ignore s'ils sont capables de survivre à ce contact. Selon Amengual et al (2007), une étude sur les Grands murins en Espagne (*Myotis myotis*) montrés infectés par le passé ne meurent pas mais développe une protection immunitaire qui persiste pendant près d'un an. En dehors de la surveillance de la colonie d'Ancy, les analyses de salive n'ont jamais permis d'isoler ni du virus infectieux, ni du génome viral. Ces animaux n'étaient pas excréteurs au jour de la capture.

5- Evaluation du risque de transmission des Lyssavirus à l'homme

D'après un rapport rédigé par l'AFSSA (2003), les risques de transmission de la rage à des personnes à partir de chauves-souris en France est :

- fortement réduit par la possibilité de vaccination préventive et de traitement de post-exposition,
- réduit pour le grand public, rarement vacciné préventivement, est « négligeable » à « faible » vis-à-vis des chauves-souris autochtones, mais pourrait augmenter en cas de contact avec une chauve-souris dont le comportement est anormal ;
- augmente corrélativement à la fréquence de manipulation des Chiroptères (autochtones ou exotiques).

Ce rapport conclut sur le fait que le risque de rage lié aux Chiroptères autochtones est négligeable pour le grand public, et maîtrisable pour les personnes manipulant des Chiroptères, si on maintient une bonne information, liée à une vaccination préventive ainsi qu'à une consultation d'un centre de traitement antirabique et un suivi en cas de morsure. De plus, ils soulignent que la méthode a tendance à surévaluer le risque car elle est basée sur l'analyse de sérotines communes principalement (biais d'échantillonnage).

Un rapport Néerlandais estime que les infections de rage chez l'homme suite à la morsure par chauve-souris est en moyenne devrait se situer entre 1 par an et 1 par 700 an (Takumi et al, 2009).

II. L'étude

Dans ce Chapitre, nous entrons dans le détail de l'étude menée dans le secteur d'Ancy-sur-Moselle. Après une présentation du cas et de la zone étudiée, nous nous pencherons sur les objectifs principaux du suivi, ainsi que sur les techniques utilisées (matériel et méthodes). Les résultats des années 2009 et 2010 seront également présentés ici.

A) Définition de l'étude

L'Anses, en collaboration avec la CPEPESC Lorraine, avait déjà commencé le suivi du site à Ancy-sur-Moselle l'année dernière. Cette partie présente un bref rappel des faits, la description de la zone d'étude et les objectifs de l'étude.

1- Bref rappel des faits

Le 27 juin 2009, le réseau SOS-Chauves-souris a été contacté par la propriétaire d'une Maison dans la commune d'Ancy-sur Moselle pour les informer d'une forte mortalité de ses chauves-souris (30-40 sur 3 semaines), la colonie a ensuite été identifiée comme étant des sérotines communes par la CPEPESC (29 juin 2009) qui a envoyé 9 cadavres à l'AFSSA Nancy pour un diagnostic de rage : 4 animaux ont été diagnostiqués positifs (8 sont des juvéniles) pour le génotype EBLV-1, les 4 autres juvéniles étant en état avancé de putréfaction, le diagnostic n'a pas pu être effectué (Borel et al, 2009).

Après discussion avec les autorités locales et sanitaires, l'AFSSA Nancy, en collaboration avec l'association CPEPESC Lorraine, a engagé une étude scientifique avec une surveillance « passive » et « active » de la colonie. Cette étude a consisté à mettre en place 6 sessions de captures pour procéder à des microprélèvements de sang afin de suivre la présence d'anticorps anti-rabique (48,75% des animaux en présentaient, N=39) et de la salive afin de détecter la présence de virus infectieux par (5 positifs sur 80 individus). Au total, 111 animaux capturés correspondent à 102 femelles (dont 7 juvéniles et 95 adultes) et 9 mâles (dont 8 juvéniles et 1 adulte). Egalement, 5 sessions de radiotracking ont été mises en place afin de suivre les déplacements de 6 femelles adultes. 3 individus n'ont pas quitté le gîte, un s'est installé derrière le lambris de la façade d'une maison à Dornot (880m du gîte initial) le suivi des 2 autres n'a pas permis de fournir les informations escomptées sur la dispersion des animaux (Borel et al, 2009).

Ce présent rapport concerne la poursuite de ce suivi, nous allons donc par la suite synthétiser et comparer les résultats obtenus en 2009 et en 2010.

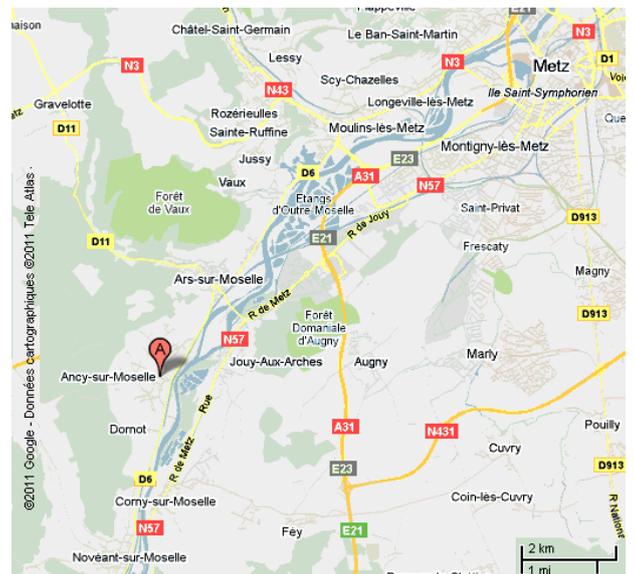
2- Zone d'étude : description



Fig.8 Situation de la colonie en France

La colonie se trouve dans une maison ancienne, fortifiée au sein de la commune d'Ancy-sur-Moselle, près de Metz dans le département de la Moselle (57) appartenant à la région Lorraine (cf cartes ci-contre).

Fig.9 Situation de la colonie par rapport à Metz – Google Map



Les alentours du village comporte ces différentes d'occupation du sol : principalement des prairies pour l'élevage et des champs de céréales, de la forêt (forêt de vaux et d'Augny) et quelques vignes.

Ancy-sur-moselle est située sur les abords de la Moselle. Les chauves-souris ont tendance à choisir des colonies à proximité de points d'eau ou de rivières, pour s'abreuver, pour leur richesse en insectes mais également comme repère linéaire pour leurs déplacements (Barataud, 1999).

La maison est située à 400m de la Moselle, et comporte de grands espaces végétalisés : un grand verger à l'est et un parc arboré à l'ouest.

La colonie est installée dans le grenier, depuis plusieurs décennies, selon la propriétaire au faite du mur de soutien. 112 sérotines communes ont été comptés le 26/07/2010 en sortie de gîte (comptage max). La présence de 3 murins à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*) est également à noter, mais ils utilisent les espaces entre les poutres du toit du grenier, bien à part de la colonie de sérotines communes.



Fig.11 Trou d'envol principal (avant toit) – Photo J. Barrat

Les sérotines sortent par deux principaux trous, un dans le petit plancher de l'avant toit, côté est et au faite du toit, côté ouest pour quelques individus.



Fig.10 Photo aérienne de la maison abritant la colonie à Ancy

3- Objectifs de l'étude

D'une manière générale, il s'agit ici d'étudier la circulation des Lyssavirus européens chez les chauves-souris en France (transmission et vecteurs, réservoirs, mortalité des chiroptères dues à la rage) mais également d'améliorer les connaissances en matière d'écologie comportementale des Sérotines communes, afin de mieux comprendre le mécanisme des épidémies de rage.

Les objectifs cités ci-dessus nous amènent à aborder les questions suivantes :

- *Y a t'il des échanges d'individus entre colonies voisines de parturition chez la sérotine commune ? Quels sont les causes de ces échanges ? (weather, disturbance, period) ?*
- *Comment le virus EBLV1 évolue au sein d'une colonie infectée de Sérotines communes ? Quelle est l'évolution de la séroprévalence ?*
- *Y a t'il des comportements antagonistes ou sociaux entre individus d'une colonie de Sérotines communes qui pourraient expliquer la transmission de la rage ? (léchage ou "grooming" ? morsures ? griffures?)*
- *A quelle distance les juvéniles de sérotine commune dispersent-ils après le sevrage ? Quel type de gîte est choisi préférentiellement ? Retournent-ils à leur colonie de naissance les années suivantes ?*
- *Quels sont les taux de survie et de fidélité des sérotines communes ?*

Afin de répondre à ces questions, nous devons utiliser plusieurs disciplines scientifiques et leurs techniques attribuées, abordées dans le chapitre suivant.

B) Matériel et méthodes :

Les techniques finalement utilisées ont été choisies afin de répondre au mieux aux questions soulevées précédemment.

a) Biologie/Dynamique des populations

La biologie et la dynamique des populations peut nous permettre d'évaluer les caractéristiques de la population (taille théorique de la population, taux de survie et/ou longévité, caractéristiques morphologiques...)

Capture Marquage Recapture

Principe général

Le marquage peut être discriminant (avec un identifiant : transpondeurs, bagues...) ou non, par exemple une coloration des individus marqués, selon les objectifs de l'étude.

La méthode dite CMR (Capture-Marquage-Recapture) est très utilisée en Dynamique des populations. Des indices mathématiques permettent d'évaluer la taille théorique de la population ou le taux de survie d'une année sur l'autre. Ces indices peuvent avoir différents niveaux de complexités selon les paramètres pris en compte, notamment pour le taux de capture. Le marquage peut aussi aider à connaître les distances parcourues entre deux gîtes. Parfois, des captures indépendantes de l'étude peuvent être effectuées dans d'autres secteurs par d'autres personnes. Si le marquage est discriminant et durable, on peut avoir des données de migration par exemple.

En ce qui concerne le suivi épidémiologique, le marquage permet d'avoir une idée de l'évolution de l'infection et de la sérologie individuelle.

Pour l'étude :

Les captures sont effectuées en sortie du gîte grâce à un Harp trap fabriqué spécialement pour atteindre le trou d'envol en hauteur (env. 7,5m) – voir photo ci-contre.



Fig.13 Bague sur l'avant-bras gauche d'une sérotine – Photo J. Barrat

Les animaux sont marqués avec des bagues en aluminium, spécialement conçues pour les sérotines comportant un identifiant (ex : N1776) et le nom du laboratoire (AFSSA Nancy). Le baguage des chauves-souris est très réglementé, Nous avons donc bénéficié d'une autorisation spéciale des autorités.

Les captures ont également pour objectif la réalisation de microprélèvements de sang et de salive ainsi que la prise des variables morphométriques et le marquage pour le suivi par



Fig.12 Harp-trap « maison » fabriqué d'après les plans de L.DADU – Photo J. Barrat

radiopistage (cf chapitres suivants). Les manipulateurs sont protégés grâce à une vaccination à jour contre la rage et des gants de contention en kevlar ou en cuir.

Comptages

Principe général

Les comptages à vue peuvent nous renseigner sur le nombre d'individus effectivement présents sur le site (population observée) et être comparés à l'estimation de la taille théorique de la population. Cependant, les animaux peuvent ne pas sortir, les raisons de cet évitement peuvent s'expliquer par les conditions météorologiques ou à une réaction de défense après une capture. Cela pourra nous permettre d'évaluer si les captures sont stressantes ou non. Les comptages servent également à évaluer la part d'animaux à capturer pour ne pas trop déranger la colonie.

De plus, cela permet de vérifier que les animaux marqués par radio-émetteurs sont encore actifs.

Pour l'étude :

Les comptages sont effectués dans les 3 jours avant la capture afin d'évaluer 30% de la colonie à prélever et à baguer. Cet échantillonnage a été choisi afin de ne pas trop perturber les animaux (éviter le départ de la colonie).

Morphométrie

Principe général

La morphométrie consiste à mesurer les variables morphologiques des animaux (poids, taille, longueur des avant-bras, des oreilles...) ainsi qu'à consigner l'âge et le sexe.

Ces variables peuvent être corrélées avec d'autres (sérologie, longévité, effet négatif des captures, distances parcourues...)

Pour l'étude :

Les informations suivantes sont consignés sur une feuille de terrain : le poids, le sexe, la longueur de l'avant-bras, le statut reproducteur (juvénile/adulte, gestante/allaitante/post allaitante, nullipare/pare), le numéro de la bague et la fréquence de l'émetteur selon les cas.

b) Ecologie/Comportement

L'étude de l'écologie d'une population et de ses comportements peuvent amener à avoir des réponses quant au mode et aux mécanismes de transmission des maladies entre individus.

Suivi des déplacements : le Radiotracking

Principe général :

Cette technique consiste à capturer puis à coller (colle chirurgicale) sur les animaux des émetteurs radio émettent des « bips » à intervalles réguliers et sur des fréquences spécifiques permettant de discriminer les animaux et de suivre leurs déplacements.

Elle peut aider à mieux connaître le taux de fidélité des sérotines communes à leur gîte et la dispersion des jeunes de l'année.

Pour l'étude :

Selon Aldridge et Brigham, (1988) les émetteurs posés sur les chauves-souris ne doivent pas dépasser 5% du poids de l'animal.

Fig.14 Emetteurs Holohil LB-2N (haut) et BD-2NC (bas) - photo Holohil



Les sérotines peuvent peser en effet entre 16 et 29g (données Ancy 2010), l'émetteur ne doit donc pas faire plus de 0,8g, collier ou colle compris pour ne pas perturber le comportement de celles-ci en vol. C'est pour cela que nous avons choisis des émetteurs Holohil© LB-2N (0.42g) et des colliers émetteurs Holohil© BD-2NC (0.60g) dont la vie de la batterie est de 21 jours.

La localisation se fait en journée grâce à des antennes de toit (sur la voiture) et/ou des antennes réceptrices directionnelles dont on croise les azimuts afin d'en déduire la position des animaux. Des vérifications sont parfois effectuées au crépuscule afin de vérifier que les animaux sont encore actifs. Le suivi est poursuivi si possible tous les jours jusqu'à la fin de vie de l'émetteur (2-3 semaines maximum) afin d'observer un éventuel changement de gîte.

La carte ci-contre présente le circuit à effectuer comportant différents points hauts intéressants la zone d'étude. Ces points hauts permettent une meilleure réception et donc une plus grande probabilité de capter le signal et d'éviter les phénomènes d'échos.

A	Chez Mme Becmeur @49.054174.6.056758
B	Ancy 1 @49.057023.6.052265
C	Ancy-Gorze @49.053508.6.038961
D	Novéant-sur-Moselle @49.021583.6.041386
E	Bayonville-sur-Mad @49.009163.5.99978
F	Poncé (avant Champey) @48.94697.6.074924
G	Champey-sur-Moselle @48.956946.6.058359
H	Arry (La lobe) @49.000155.6.05557
I	Corny-sur-Moselle 1 @49.031341.6.062737
J	Corny-sur-Moselle 2 @49.036461.6.066942
K	Jouy aux Arches @49.05213.6.089988
L	Ars-sur-Moselle @49.073079.6.056514
M	Vaux @49.089579.6.085396
N	Scy-Chazelles @49.116018.6.115608

Fig.15 Circuit comportant les points haut pour le contrôle par radiotracking – Google Map

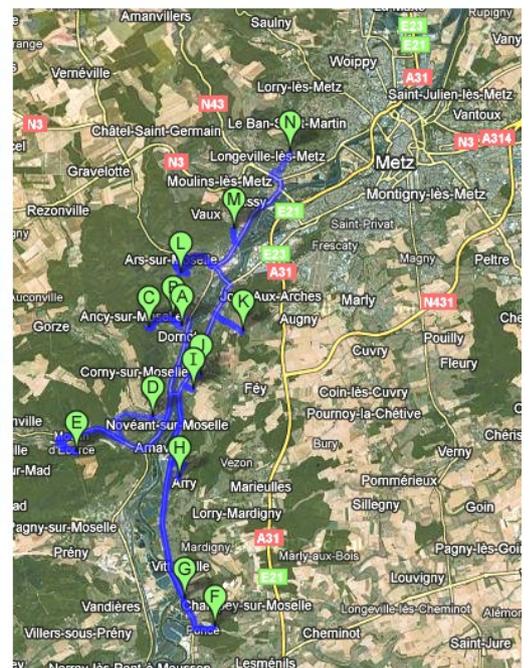


Fig.16 Sérotine commune au gîte d'après vidéo infrarouge – Photo L. Dadu

Surveillance à l'intérieur du gîte

La surveillance à l'intérieur des gîtes permet l'observation de comportements inédits (et accessoirement la collecte de cadavres). Cependant, cela doit être effectué avec discrétion, pour ne pas déranger la colonie.



Principe général

L'observation directe des comportements dans le gîte entre individus pourraient être susceptibles d'expliquer la transmission de la rage (morsures, léchage, griffures...). Les chauves-souris évoluant dans l'obscurité totale, l'utilisation de matériel infra-rouge ou thermiques sont indispensables (caméra, appareil photo, jumelles).

Pour l'étude

L'observateur s'enferme avant le crépuscule (période active des sérotines) dans le grenier sans lumière et sans bruit et filme les comportements des sérotines avec une caméra infrarouge Sony HDR CX505, possédant la fonction « Nightshot ». Malheureusement, ce suivi n'a pas pu être encore mis en place, par manque de temps.

Inventaire des gîtes : la prospection

Principe Général

La prospection consiste à choisir dans un secteur donné, des lieux susceptibles d'abriter des colonies de chiroptères et à les visiter pour observer directement les animaux et/ou des indices de présence.

Pour l'étude

Dans un premier temps, ces prospections, en collaboration avec la CPEPESC Lorraine ont constitué à explorer largement le secteur sur 7 km de rayon (6,5 km = distance moyenne parcourue par les sérotines entre la colonie et les terrains de chasse d'après Catto et al, 1995). Ci-contre, la carte du secteur prospecté :

Plus précisément, les mairies concernées seront contactées par courrier et par téléphone afin de visiter les combles des bâtiments communaux (églises, mairie, écoles...) et d'y rechercher soit des animaux, soit des indices de présence (guano, cadavres...) ainsi que de sensibiliser les élus à la question « chiroptères » afin qu'ils communiquent toute donnée concernant des chauves-souris dans leur commune (particuliers aussi), après notre passage.

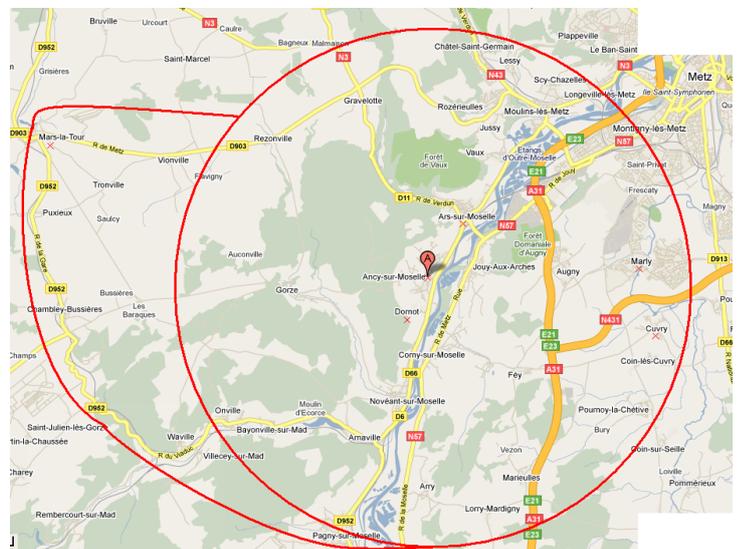


Fig.17 Périmètre de la zone d'étude pour les prospections – Google Map

Dans un deuxième temps (prévue pour 2012) une deuxième session de prospection plus restreinte est prévue sur 1-2 km de rayon autour de la colonie de référence afin de mettre en évidence la présence d'un réseau de colonie avec d'éventuels échanges d'individus (métapopulation).

c) Epidémiologie

Le suivi épidémiologique est au cœur de notre étude. Il s'agit d'effectuer la surveillance active (par microprélèvements) et passive (par autopsies et diagnostics des cadavres) de la colonie étudiée.

Micro-prélèvements

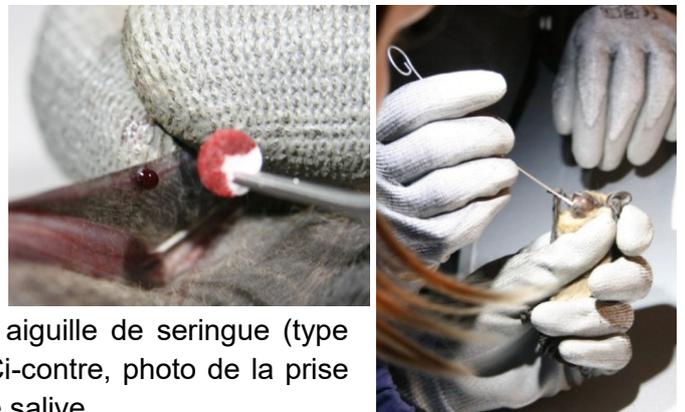
Principe général

Les microprélèvements de sang et de salive permettront d'effectuer un suivi sérologique et virologique des individus capturés.

Pour l'étude

Des microprélèvements de sang et de salive seront également effectués pendant ces captures sur toutes les bêtes prises par une équipe de personnes expérimentées, vaccinées et autorisées du laboratoire de la faune sauvage de l'Anses Nancy et de la CPEPESC Lorraine. La salive sera prélevée avec un écouvillon directement dans la bouche de l'animal et le sang sera prélevé en piquant l'animal avec une aiguille de seringue (type insuline) puis récupéré sur des papiers buvard. Ci-contre, photo de la prise sang sur papier absorbant et de l'écouvillonnage de salive.

Fig.18 Prélèvement de sang sur la veine alaire
Fig.19 Prélèvement de salive par écouvillonnage
Photo J. Barrat



Ces microprélèvements de salive seront analysés par RT-CIT puis par RT-PCR et le sang par un test sérologique (mFAVN adapté au virus EBLV-1) afin d'en dégager la quantité d'anticorps dans le sang. Ces Analyses seront faites par les techniciens de l'Anses au laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy.

Diagnostiques des cadavres

Principe général

Les combles du gîte est régulièrement visité (brièvement pour ne pas perturber les animaux) afin de ramasser d'éventuels cadavres pour autopsies (effectuées par l'Anses).

Pour l'étude

Les animaux sont conservés dans la glace jusqu'à leur arrivée au laboratoire puis autopsiés par les vétérinaires et enfin le cerveau est retiré de la boîte crânienne afin d'en faire un broyat qui sera inoculé à des cellules nerveuses (RTCIT) et analysées par

Immunofluorescence (IF ou FAT). Ce broyat sera également analysé par hnRT-PCR et si celle-ci est positive, le virus sera ensuite séquencé, afin de connaître le génotype rencontré.

d) Statistiques et Cartographie

La mise en forme des résultats sera faite de deux façons complémentaires : par statistiques (tableaux, graphes et tests) ou par analyse spatiale (cartographie et SIG).

Statistiques

Les statistiques seront faites sous le logiciel MS-Excel.

Les graphes et les tests sont choisis en fonction du type de donnée (échantillons appariés ou indépendants, variable quantitative ou qualitative, effectif de l'échantillon, normalité des distributions...) et de la question à laquelle nous voulons répondre (visualisation, recherche de corrélations entre variables, comparaison d'échantillons selon leur distribution, leur moyenne, écart-type etc).

Cartographie

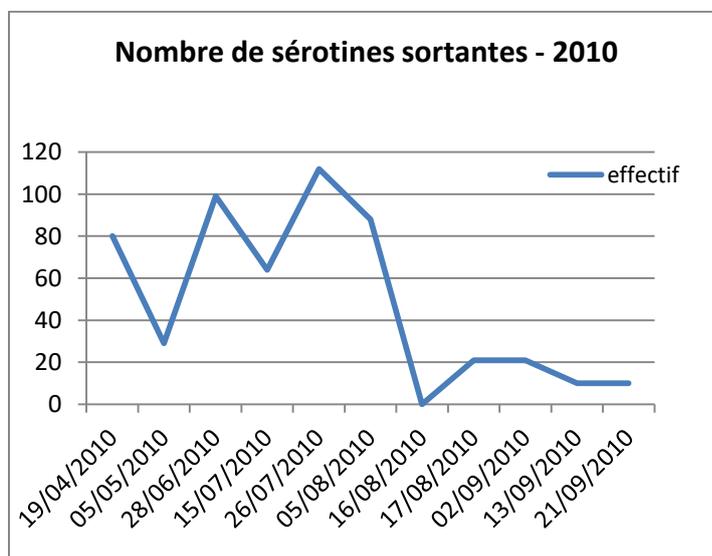
La cartographie permet de visualiser les données spatiales. Ici, elle servira à présenter les résultats du radiotracking et des prospections.

Le logiciel utilisé est ArcGIS 9.

C) Résultats

Les résultats sont présentés ici dans l'ordre des techniques utilisées, sous forme de tableaux, de cartes et de graphes et d'analyses statistiques.

1- Comptages



date	effectif
19/04/2010	80
05/05/2010	29
28/06/2010	99
15/07/2010	64
26/07/2010	112
05/08/2010	88
16/08/2010	0
17/08/2010	21
02/09/2010	21
13/09/2010	10
21/09/2010	10

Fig.20 Evolution du nombre de sérotines comptées à la sortie du gîte (crépuscule)

Les chutes d'effectifs semblent liés aux conditions météorologiques. Parfois seulement quelques animaux sortent par petite pluie (05/05/2010) ou par temps frais (15/07/2010) et aucun animal ne sort lorsqu'il y a une forte pluie soutenue (16/08/2010).

La forme générale de la courbe comporte une augmentation régulière jusqu'à un pic en fin juillet (112 individus) puis une diminution plus douce (si on ne tient pas compte du jour de pluie à 0 individus) jusqu'en septembre.

Le pic à 112 individus semble correspondre à l'émergence des jeunes. Selon Christine Harbusch (2002), les effectifs varieraient énormément dès que les juvéniles sont volants, car ils « prospecteraient » les environs, les autres gîtes.

La diminution progressive correspondrait à la dispersion de la colonie après le sevrage des jeunes.

2- Capture - Bagage

Captures

Au total, 181 captures ont été effectuées sur les 2 années correspondant à 145 individus dont 9 mâles et 136 femelles (certains ont été capturés plusieurs fois). 16 femelles adultes ont été capturés en 2009 et recapturées en 2010 et 1 mâle a été capturé juvénile en 2009 et recapturé adulte en 2010. ce qui semblerait indiquer que les femelles reviennent mettre bas dans la même colonie et que certains juvéniles reviennent à leur colonie de naissance d'une année sur l'autre.

Nb d'individus capturés 2009 :

111 captures (6 sessions) sur 80 individus dont :

- 6 mâles (1 adulte et 5 juvéniles)
- 74 femelles (9 juvéniles et 65 adultes).

Nb individus capturés 2010 :

70 captures (4 sessions) sur 65 individus

dont :

- 4 mâles (3 juvéniles et 1 adulte)
- 61 femelles (10 juvéniles et 51 adultes)

Pour plus d'informations sur les données de capture, voir en annexe le tableau général (sexe, age, poids, AB, sérologie, virologie).

Recaptures

Sur les 2 années, 43 animaux ont été capturés au moins 2 fois : dont 33 individus 2 fois, 9 individus 3 fois et 1 animal 4 fois.

Seulement 6 animaux ont été recapturé d'une année sur l'autre.

Estimation de la taille de la population

Pour effectuer l'évaluation de l'effectif théorique de la population en 2010, nous allons effectuer un indice de dilution de Lincoln-Petersen. Pour ce faire, il ne faut pas avoir de mortalité, de naissances ou d'échanges entre populations. Il faut donc prendre des captures

très rapprochées, après la naissance et l'émergence des jeunes de l'année (afin de pouvoir comparer effectif théorique et effectif compté à vue, donc volant).

On a capturé et marqué 9 (= a) chauves-souris au temps t le 19/08/2010 et recapturé 11 (= b) au temps t+1 le 14/09/2010 dont 3 (= c) étaient déjà marqués à la sessions précédente.

Taille théorique de la population : $N = (a \times b) / c = 40$

Les comptages à vue dans cette période sont très bas et en forte diminution (le 18/08/2010 = 21 chauves-souris et le 13/09/2010 = 10 chauves-souris. La taille théorique de la population est de 2 à 4 fois supérieure à l'effectif réel compté. On peut donc en déduire qu'il y a des échanges d'individus entre colonies voisines.

Autres espèces

Les murins à oreille échançrées n'ont pas été capturés.

3- Prélèvements sang salive + analyses

Virologie

a) Par RTCIT :

Un seul animal en 2009 (1ere session) a été montré excréteur de virus dans la salive mais n'a jamais été recapturé depuis (N1702).

En 2010, aucun animal n'a été montré positif par RTCIT.

b) Par RT-PCR

5 animaux ont présenté de l'ARN viral dans leur salive en 2009 et uniquement sur les 2 premières sessions (N1702, N1773, N1775, N1777, N1728). Aucun en 2010.

L'animal 1775 a été capturé 2 fois en 2009, d'abord positif puis négatif.

Un seul animal, positif en 2009 a été recapturé en 2010 : L'animal n° 1773 a survécu et ne présente pas de virus dans la salive en 2010. (particularité en sérologie également cf chapitre suivant)

Séroprévalence

En 2009, 41 individus / 80 ont un taux d'anticorps >1,19 (séroprévalence = 51%)

En 2010, 20 individus / 65 ont un taux d'anticorps > 1,19 (séroprévalence = 31%)

Ce qui est nettement inférieur à l'année précédente, la colonie est positive pour 1/3 de ses effectifs alors que l'année précédente ce taux dépassait la moitié des effectifs.

Les 43 animaux recapturés présentent plusieurs modes d'évolution de la séropositivité :

- Baisse pour 15 individus
- Stable et négatif pour 13 individus
- Hausse pour 9 individus
- En cloche pour 2 individus

- En parabole pour 1 individu
- 3 non-déterminés (valeurs manquantes ou non-interprétables)

Il est intéressant d'étudier la sérologie des animaux recapturés d'une année sur l'autre :

Individus recapturés 2009-2010	Sérologie(s) 2009	Sérologie 2010	évolution
1771	NI	1,91	?
1773	1,19	3,59	Hausse et taux fort
1778	1,67	1,55	Baisse mais toujours séropositif
1781	1,67 – 2,63	1,99	Courbe en cloche (pic)
1790	1,67 – 3,11	3,11	Augmentation et taux fort maintenu
1794	2,15	1,79	baisse

Tab.4 Sérologie des individus recapturés d'une année sur l'autre

Il est très intéressant d'observer que les animaux peuvent avoir un taux d'anticorps élevé, (indiquant un contact passé avec le virus) et survivre d'une année sur l'autre. Les animaux ne meurent pas tout de suite.

L'individu 1773 est extrêmement intéressant puisque, non seulement il possède un très fort taux d'anticorps dans le sang mais en 2009, il a été contrôlé positif par PCR dans la salive en 2009 et négatif en 2010. Cet animal a manifestement été infecté mais a survécu, voire a surmonté l'infection.

4- Cadavres

En 2009, 18 cadavres de sérotines communes de la colonie étudiée ont été récoltés et diagnostiqués. 6 ont été montrées infectées par EBLV-1 à l'aide des tests de référence (test d'immunofluorescence et test d'isolement viral sur cellules). La souche est EBLV-1 b.

En 2010, 24 cadavres ont été ramassés (toutes sérotines communes sauf 1 pipistrelle commune), tous semblant être des juvéniles. Un animal bagué a été trouvé mort ; N1793. Cette femelle adulte avait été équipé pour le radiotracking en 2009 n'était pas séropositive ni positive dans la salive. Aucun des cadavres récoltés en 2010 n'ont été diagnostiqué positifs à la rage.

L'infection semble être finie. La mortalité est surtout survenue à la période des naissances, ou la météo était très mauvaise. Les femelles gestantes ne pouvant pas chasser ont soit avorté, soit manqué de lait pour nourrir leurs nouveau-nés.

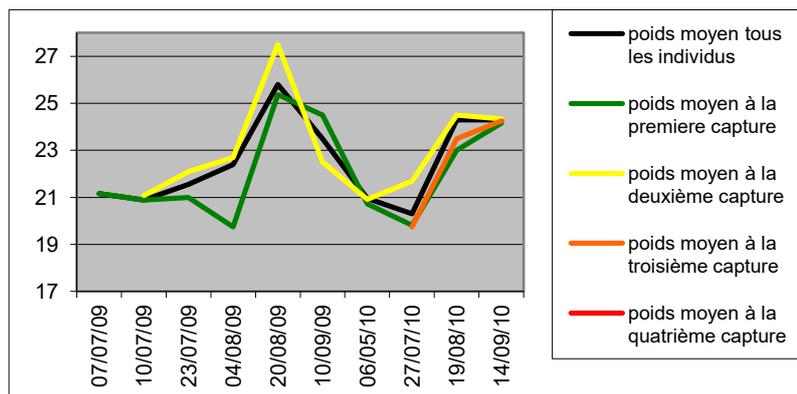
5- Morphométrie

La morphométrie peut ici nous indiquer si les captures et recaptures successives ainsi que le port d'un émetteur radio ont un effet négatif sur les animaux, notamment en terme de perte de poids : un animal stressé ne prend pas autant de poids qu'il devrait normalement prendre.

Le graphe ci-dessous montre les poids moyens de tous les individus, selon leur histoire de recaptures.

L'effet des recaptures successives sur le poids ne semble pas concluant. Aucune tendance n'est sensible sur cette courbe.

Fig.21 Evolution des poids moyens des individus capturés, et selon le nombre de recaptures subies



En ce qui concerne l'effet du radiotracking, la différence de poids des animaux avant le suivi et après recapture n'est pas significative (cf tableau ci-dessous).

Bague et session	Poids (g) Avant suivi	Poids (g) après suivi	Différence de poids (g)
1704_ 10/07/09-07/07/09	22	22	0
1730_ 14/09/10-19/08/10	26	24	-2
1956_ 14/09/10-19/08/10	23,5	24,5	1
1957_ 27/07/10-10/09/09	23	18	-5
moyenne	23,625	22,125	-1,5

Test t de Student

$$U = \min(UA, UB) = 5$$

$$Z = 0,866025403784439$$

H_0 n'est pas rejetée ($\alpha = 0,025$) 0*****

Les distributions sont identiques, il n'y a pas de différence significative entre les poids avant et après suivi

Tab.5 Test t de Student sur les différences de poids avant et après recapture des individus suivis équipés d'émetteurs (coût énergétique)

Il semblerait donc que le fait d'équiper les chauves-souris de radio-émetteurs ne perturbe pas leur prise normale de poids.

6- Radiotracking

Le tableau 5, ci-dessous résume les données provenant du suivi par radiotracking de 2009 et de 2010.

	Identifiants (bague/émetteur)	sexe	Statut repro	age	Poids (moy)	Long AB (moy)	date marquage	Session RadioT	Nb de captures	Nb jours de suivi	Nb jours d'absence du gîte Pal	Distance gîte 2ndr /gîtePal	adresses des gîtes secondaires	Nb de déplacements
2009	N1704 / 150,556 Mhz	F	NR	Ad	22	53,4	07/07/2009	(S1-2009)	2	21	>1	échec	échec	?
	N1758 / 150,918 Mhz	F	PL	Ad	24	52,5	07/07/2009	(S1-2009)	1	21	>1	échec	échec	?
	N1720 / 150,057 Mhz	F	NR	Ad	25,5	52,8	20/08/2009	(S2-2009)	2	21	0	/	/	0
	N1793 / 150,099 Mhz	F	NR	Ad	25	54,8	23/07/2009	(S3-2009)	1	21	0	/	/	0
	N1954 / 149,826 Mhz	F	ND	Ad	24,25	51,425	10/09/2009	(S4-2009)	2	22	>1	0,88	Dornot - M.Keller	1
	N1957 / 149,907 Mhz	F	L	Ad	21,83	50,533	10/09/2009	(S4-2009)	3	22	0	/	/	0
2010	N1740 / 149,825 Mhz	M	NR	Juv	16	52	27/07/2010	(S1-2010)	1	14	5	échec	échec	?
	N1731 / 149,668 Mhz	F	PL	Juv	19	55,5	27/07/2010	(S1-2010)	1	14	0	/	/	0
	N1736 / 149,727 Mhz	M	NR	Juv	18	49,9	27/07/2010	(S1-2010)	1	14	4	0,28	Ancy sur Moselle - 14 route de Novéant	2
	N1729 / 149,146 Mhz	F	NR	Ad	23	53,2	27/07/2010	(S1-2010)	1	14	5	2,92	Corny-sur-Moselle - 53 rue de Nancy	2
	N1749 / 148,197 Mhz	F	NR	Juv	20	52,9	19/08/2010	(S2-2010)	1	11	11	3,58	Novéant-sur-Moselle - Mme vergendo	1
	N1956 / 148,277 Mhz	F	L	Ad	25	53,5	19/08/2010	(S2-2010)	3	11	0	/	/	0
	N1795 / 148,356 Mhz	F	NR	Ad	29	55,2	19/08/2010	(S2-2010)	1	11	6	échec	échec	?
	N1730 / 149,747 Mhz	F	PL	Ad	24	51,1	19/08/2010	(S2-2010)	3	11	0	/	/	0
	N1776 / 148,375 Mhz	F	NR	Ad	22,25	52,35	14/09/2010	(S3-2010)	2	13	2	échec	échec	?
	N1967 / 148,718 Mhz	F	NR	Ad	23	51,2	14/09/2010	(S3-2010)	1	13	1	échec	échec	2
	N1969 / 148,758 Mhz	F	ND	Ad	22	21,4	14/09/2010	(S3-2010)	1	13	10	0,65	Ancy-sur-Moselle - Mme Gelpe	1
	N1796 / 148,856 Mhz	F	L	Ad	24,5	52,9	14/09/2010	(S3-2010)	2	13	4	0,087	6 rue du moulin bas (à vérifier!)	1

Statut repro : ND non-déterminé

L Lactante

NR Non-reproducteur

PL Post-lanctante

Sessions

2009

S1-2009 : 08/07/2009 - 29/07/2009

S2-2009 : 21/08/2009 - 11/09/2009

S3-2009 : 24/07/2009 - 14/09/2009

S4-2009 : 11/09/2009 - 02/10/2009

2010

S1-2010 : 28/07/2010 - 15/08/2010

S2-2010 : 20/08/2010 - 03/09/2010

S3-2010 : 15/09/2010 - 29/09/2010

6 animaux suivis sur 18 sont restés au gîte de chez Mme Becmeur à Ancy-sur-Moselle pendant toute la durée des suivis (0 jours d'absence du gîte principal), les 12 restants sont partis à un moment donné (66%) dont 6 individus n'ont pas pu être retrouvés. Pour ces 6 individus dont on a identifié le gîte secondaire, 3 sont retournés au gîte initial.

En moyenne, les animaux sont partis à 368,5m du gîte principal (min : 87m – max : 3,58 km).

66% des animaux marqués par radio-émetteurs ont quitté le gîte à un moment du suivi, ce qui implique des déplacements fréquents des animaux, voire des échanges entre colonies voisines. En effet, un des gîtes secondaires identifiés (Chez M et Mme Vergendo à Novéant-sur-Moselle) contient une colonie avérée de sérotines communes dans le toit (N = 5 au 03/09/2010). Les propriétaires affirment avoir compté en juillet plus de 100 individus sortant du faite du toit.

La carte ci-dessous présente les déplacements des chauves-souris ayant changé de gîte et dont la position a été déterminée. Les nouveaux gîtes semblent être principalement dans la vallée de la Moselle, confirmant la tendance des chauves-souris à établir des colonies proches de points d'eau.

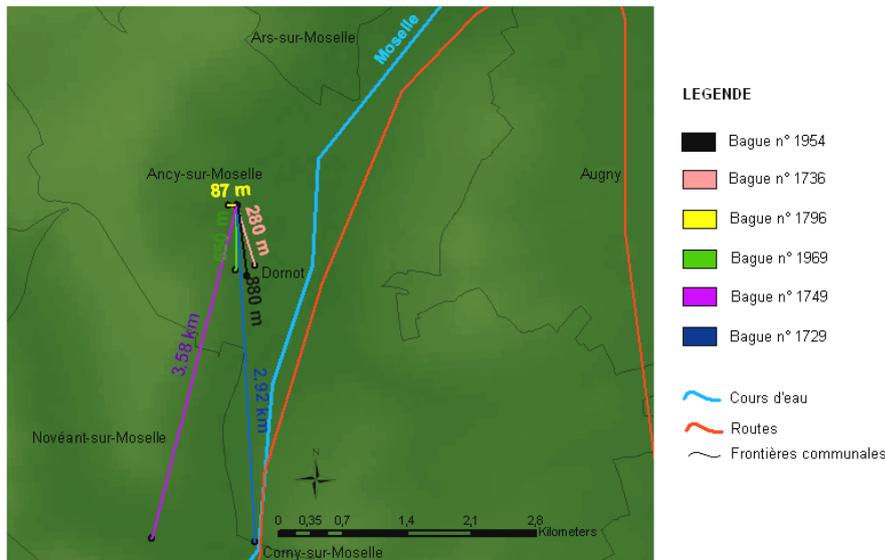


Fig.22 Cartographie des mouvements observés par radiotracking

Les sérotines communes sont connues pour leur haute fidélité à leur gîte de parturition (Harbusch, 2002). Cette étude montre que leur fidélité n'est pas si élevée et qu'il y a certainement de nombreux échanges d'individus entre colonies de parturition voisines.

Les animaux concernés par ces changements de gîte ne semblent pas avoir d'« obligations » en ce qui concerne l'élevage de jeunes non-sevrés. Les animaux qui se sont déplacés sont soit des juvéniles (mâles ou femelles), soit des femelles adultes qui sont en majorité post-lactantes ou non-lactantes dans l'année du suivi. Une femelle est cependant identifiée comme lactante (N1796) au jour de la capture (14/09/2010) mais celle-ci est tardive dans l'année, les jeunes sont volants à la mi-septembre et commencent leur sevrage.

Il est important de signaler qu'un animal est parti dès la première nuit (N1749) et un autre (N1969) dès la troisième nuit après la capture. Ceci pourrait montrer un comportement de fuite, suite au traumatisme de la capture.

Les phénomènes météo pourraient également expliquer ces changements de gîte, notamment la température. Il serait intéressant de coupler les dates de départ avec les variations de température extérieure et dans le gîte. En effet, les chauves-souris ont des exigences écologiques importantes en matière de température lors de la période de mise bas et d'élevage des jeunes (Harbusch, 2002).

7- Prospections

Les résultats exposés ci-dessous sous forme de carte sont une synthèse des prospections menées par l'Anses et la base de données de la CPEPESC Lorraine sur les gîtes à sérotines et d'autres espèces chauves-souris sur le secteur étudié (7km de rayon autour du gîte initial).

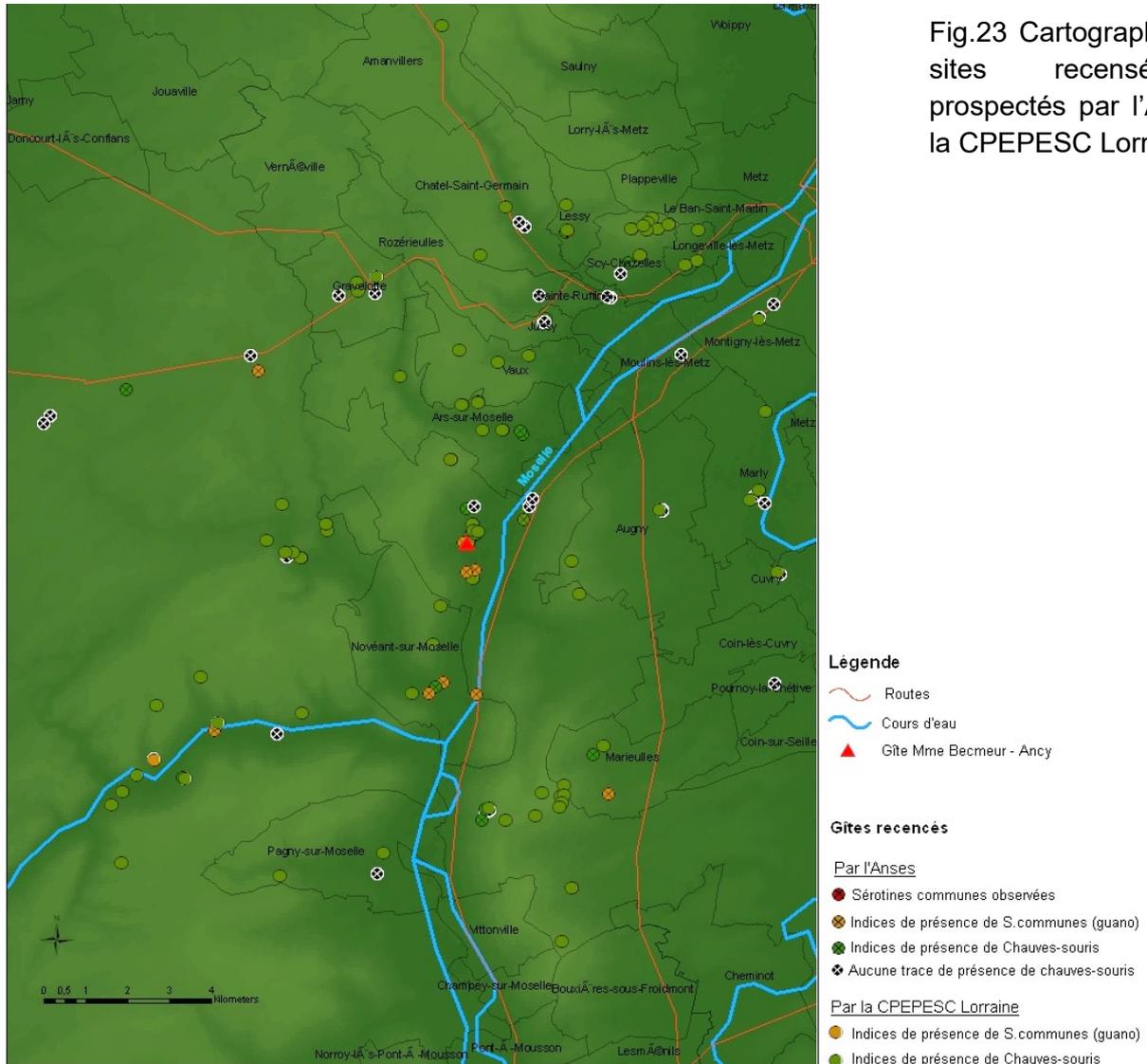


Fig.23 Cartographie des sites recensés et prospectés par l'Anses et la CPEPESC Lorraine

Type d'observation

Type d'observation	Nb de gîtes
Sérotines observées dans leur gîte (Anses)	1 gîte (Becmeur)
Gîtes à sérotine probable (Anses)	16
Gîtes autres espèces (Anses)	17
Gîtes à sérotine probable (CPEPESC)	24
Gîtes autres espèces (CPEPESC)	80
Gîtes sans chauves-souris (Anses)	43

Nb de gîtes

Sur les 181 gîtes potentiels représentés ici, 77 ont été visités par l'Anses et 104 sont recensés par la CPEPESC Lorraine.

Les prospections de l'Anses ont débouché sur 43% des gîtes occupés par des chiroptères (guano) dont la moitié le sont probablement par des sérotines communes.

Les gîtes accueillant « probablement » des sérotines commune se répartissent ainsi :

- Combles d'église (ou clocher) : 9 sur 20 visités (45% de succès)
- Combles de maison : 6 / 12 visités (50% de succès)
- Combles de mairie : 2 / 12 visités (16% de succès)
- Combles d'école : 3 / 6 visités (50% de succès)

Un ancien fort a également été visité, sans succès.

Aucune sérotine commune n'a directement été observée sauf chez Mme becmeur. D'autres espèces ont pourtant été observées : Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), Pipistrelles sp. et murins à oreilles échancrés. L'utilisation d'un détecteur à ultrason, réglé sur la fréquence des sérotines communes peut éventuellement être envisagé comme une aide pour détecter leur présence, sans les voir.

Conclusion

Le présent rapport est une première approche sur l'interprétation des résultats de l'étude menée sur Ancy ; cette étude comporte deux volets complémentaires pour la compréhension des mécanismes des épidémies de rage chez les sérotines communes : le premier volet a consisté à suivre les déplacements des individus, afin de mettre en évidence des échanges entre colonies voisines et le deuxième volet a consisté à suivre l'évolution de l'infection d'une année sur l'autre. Cette étude permet d'apporter des éléments de réponse à la question « peut-on parler de “colonies suspectes” lorsqu'un cas de rage est identifié dans un secteur géographique donné ? ».

En ce qui concerne les échanges d'individus, autant les informations apportées par les captures-marquage-recapture (taille théorique de la population) que celles apportées par le radiotracking indiquent qu'il y a bien des flux d'individus dans les colonies de parturition.

En effet, 66% des animaux suivis par radiotracking ont à un moment ou à un autre quitté la colonie pour un autre gîte, parfois accueillant une autre colonie.

De multiples causes peuvent être à l'origine de ces départs : dérangement (par ex stress de la capture), conditions environnementales (notamment la météo : températures) ou encore le statut reproducteur de l'individu (animaux sans jeune à allaiter, dispersion/prospection des juvéniles).

La fidélité au gîte des sérotines communes n'est pas si grande que cela, d'une année sur l'autre. En effet, sur les 80 individus bagués en 2009, seul 6 ont été recapturés en 2010 (sur 65 individus capturés en 2010). Pourtant les effectifs se maintiennent.

Tous ces éléments portent à penser que les sérotines de la colonie d'Ancy-sur-Moselle font partie d'un réseau de colonies, amenant au concept de métapopulation.

La transmission potentielle de la rage au sein de ce réseau est bien réelle, puisque les déplacements observés ici peuvent aller jusqu'à 3,6 km de distance au gîte initial. De nombreuses colonies ont été relevées dans ce périmètre grâce aux prospections.

Cependant, certains animaux semblent être résistants à l'infection. Un individu notamment attire toute notre attention : après avoir mis en évidence la présence d'ARN viral dans sa salive en 2009, cette sérotine a été recapturée l'année suivante et ne comportait plus d'ARN dans sa salive. Comme d'autres animaux, il a maintenu un taux fort d'anticorps dans son sang (ce qui atteste d'un contact passé avec le virus) et a tout de même survécu à ce contact d'une année sur l'autre.

Les hypothèses pouvant expliquer ces résultats sont les suivantes :

- Soit la déclaration de l'infection est longue, supérieure à une année
- Soit les animaux survivent à l'infection, guérissent et produisent des anticorps, les protégeant d'une nouvelle infection.

Cette « vaccination naturelle » ne se passe pas dans tous les cas, de nombreux cadavres ont été retrouvés en 2009 dans le comble de Mme Becmeur. Qu'est ce qui peut expliquer que certains animaux succombent alors que d'autres survivent ? La sévérité et le type du contact avec le virus ou bien un affaiblissement général de certains individus (en fonction de l'environnement) pourraient-ils être liés à ces différences ?

L'observation par caméra infrarouge des contacts sociaux entre sérotines dans le gîte pourrait être une première piste pour savoir par quel mode de transmission ces animaux s'infectent (morsure, léchage, griffures...).

L'épisode infectieux concernant la colonie de mme Becmeur semble être passé voire amoindri cette année. Aucun cadavre ni aucun test sur la présence de virus dans la salive n'a été diagnostiqué positif et la séroprévalence a chuté de 51 à 31%.

Les conditions environnementales ont peut-être été meilleures cette année, diminuant la sensibilité des chauves-souris face au virus.

La poursuite du suivi doit être discuté, car, si l'infection est passée, le suivi n'est pas forcément justifié.

Voici néanmoins des propositions d'améliorations techniques pouvant être apportées à l'étude pour les années suivantes :

- Effectuer le suivi par radiotracking en continu, dès que la bête est relâchée (pour ne pas perdre le signal)
- Prendre des émetteurs plus forts, avec plus d'autonomie (sans pour autant dépasser les 5% du poids du corps de l'animal)
- Transponder les animaux, et placer une antenne sur les deux trous principaux de sortie, permettant de savoir combien d'animaux quittent le gîte.
- Capturer la totalité des animaux en 1 seule capture, diminuant le stress des captures répétées
- L'utilisation d'une caméra infrarouge dans le grenier (si possible à déclenchement automatique, pour observer les comportements sociaux)
- L'Utilisation d'un kit instantané de détection du virus rabique dans la salive et/ou de la sérologie afin de bien choisir les individus à radiopister, voire à étudier en station expérimentale (si excréteur dans la salive).
- L'utilisation d'un détecteur d'ultrasons, pour mieux compter à la nuit tombée et voire pour détecter des sérotines communes qui ne seraient pas visibles lors des prospections.
- Pour les prises de sang, piquer plutôt dans la veine interfémorale, comme préconisé par Christine Harbusch et par Kuntz et Nagi (in Kuntz et Parsons, 2009).

Remerciements

Un grand merci au laboratoire Anses Nancy, laboratoire de la rage et de la faune sauvage, qui m'a accueilli pour cette première année de thèse et à l'université de Besançon, plus particulièrement à l'école doctorale HES pour son support.

Merci au ministère de l'écologie et au ministère de l'agriculture pour leur soutien financier de cette étude.

Je tiens à remercier également les chiroptérologues, pour leur implication dans l'étude, en particulier Christine Harbusch ainsi que la CPEPESC Lorraine et leur volontaires.

Merci au Muséum National d'Histoire Naturelle de la ville de Bourges et plus particulièrement Michèle Lemaire et Laurent Arthur pour tous leurs conseils

Enfin, un grand merci à « l'équipe terrain » de l'Anses ainsi que l'équipe « Lyssavirus » pour leurs conseils, leur aide sur le terrain et au bureau.

Personnes ressources / contacts

- CPEPESC Lorraine :
Parc de Loisirs de la Forêt de Haye
Bat. 150
Allée des Sureaux
54840 Velaine en Haye
Tél : 03.83.23.19.48

- Patrick Giraudoux :
Patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr
Tél : 03.81.66.57.45

- Muséum de Bourges :
Laurent Arthur et Michèle Lemaire :
Laurent.arthur@ville-bourges.fr et Michele.lemaire@ville-bourges.fr
Tél : 02.48.70.58.02

- Liza Dadu :
liza@animail.com
tél : 06.61.25.37.84

- Holohil :
www.holohil.com
info@holohil.com

- Récepteurs Wagener Telemetrieanlagen
<http://www.wagener-telemetrie.de/>
andreas@wagener@t-online.de

- Filets japonais :
www.ecotone.pl/index.php
<http://www.natureanimeenvironnement.com/>

Lavorazione Reti
BONARDI di Lidia BONARDI
Loc. Peschiera M., 9
I-25050 monte Isola – BS – Italia
Tel+Fax : 00390309886115
Email : ybonardi@ybonardi.it

- Harp Trap Faunatech :
www.faunatech.com
goodgear@faunatech.com

- Dorset ID :
<http://www.dorset.nu/>
Roland Stump :
mailto:r.stump@dorset.nu

Références citées

ARTICLES, THESES, RAPPORTS ET LIVRES :

Aldridge H. D. J. N. , Brigham R. M. (1988). Load Carrying and Maneuverability in an Insectivorous Bat: A Test of The 5% "Rule" of Radio-Telemetry. *Journal of Mammalogy*, Vol. 69, No. 2 (May, 1988), pp. 379-382

Amengual B., Bourhy H., Lopez-Roig M., Serra-Cobo J. (2007). Temporal dynamics of european bat lyssavirus type 1 and survival of *Myotis myotis* bats in natural colonies. *PLoS One* 2 (6) : e566. doi : 10.1371/Journal.pone.0000566.

Acha P.N. Et Arambulo P.V. (1985). rabies in the tropics – history and current status. «Rabies in the tropics », Congrès à Tunis, 2-7 octobre 1983.

Agence Française de sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), (2007). Bulletin Epidémiologique mensuel de la rage animale en France. Vol 37 – p35.

Agence Française de sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), (2003). Rapport sur la rage des Chiroptères en France métropolitaine. Rapport de 76p.

Arthur L. et Lemaire M. (1999). Les chauves-souris, Maîtresses de la nuit. Editions Delachaux & Niestlé. Livre – 264p

Barataud M. (1999) – Etude qualitative et quantitative de l'activité de chasse des Chiroptères et mise en évidence de leurs habitats préférentiels : indications utiles à la rédaction d'un protocole. *Arvicola*, XI, 2 : 38-40

Borel C., Cliquet F. et Picard-Meyer E. (2009). Surveillance de la colonie de sérotines communes montrées infectées en juin 2009 par le virus EBLV-1 à Ancy sur moselle (57). Rapport Interne AFSSA. 27p.

Catto C. M C. , Racey P.A , Stephenson P.J. (1995). Activity patterns of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) at a roost in southern England. *Journal of Zoology (London)* 235:635–644.

Dacheux et al, 2008, WHO Rabies Bulletin Europe, Volume 34, N°4

Dense (1992). Telemetrische Untersuchungen zur Habitatnutzung und zum Aktivitätsmuster der Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* Schreber 1174 im Osnabrücker Hügelland. - unpublished Msc. Thesis, university of Osnabrück, Germany.

Freuling C., Vos, A., Johnson N., Kaipf L., Denzinger A., Neubert L., Mansfield K., Hicks D., Nunez A., Tordo N., Rupprecht C.E., Fooks A.R. et Müller T (2009). Experimental infection of serotine bats (*Eptesicus serotinus*) with European bat lyssavirus type 1a. *Journal of General Virology* (2009), 90, 2493–2502

Halcrow Group Ltd. (2006). Best practice in enhancement of highway design for bats. Revue de littérature.
52p.

Harbuch C. (2002). Aspects of the Ecology of Serotine Bats (*Eptesicus serotinus*, Schreber 1774) in contrasting Landscapes in Southwest Germany and Luxembourg. Thèse de l'Université d'Aberdeen. 225 p.

Harbusch C. and Racey P. (2006). The sessile serotine : the influence of roost temperature on phylopatry and reproductive phenology of *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1174) (Mammalia : Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, volume 8, No 1, pp. 213-229.

Keeley B. (2005). Guidelines for the treatment of bats during the construction of national road schemes.
Guide technique. 13p.

Kervyn T. (2001). Ecologie et éthologie de la sérotine commune, *eptesicus serotinus* : perspectives en vue de la conservation des chiroptères. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur en sciences. Université de Liege. 164p

Kervyn T., Brasseur J. et Libois R., 1997 Utilisation de l'habitat par la sérotine commune *eptesicus serotinus* en Lorraine Belge. *Bulletin de la société Neuchâtelloise des Sciences Naturelles*. Pp 35-41.

Kuntz T.H et Parsons S. (2009). Ecological and behavioural methods for the study of Bats. The Johns Hopkins University press; seconde édition (6 octobre 2009). Livre de 920 p.

Limpens H.J.G.A., Tweesk P. et Veenbaas G. (2005). Bats and Road Construction - Brochure about bats and the ways in which practical measures can be taken to observe the legal duty of care for bats in planning, constructing, reconstructing and managing roads. Livret technique. 24p.

Lopez R., Miranda P., Tejada V., Fishbein D. (1992). Outbreak of human rabies in the peruvian jungle. *The lancet*, 1992, pp.339-408.

Néomys (2005). Projet d'Aménagement de la RN 66 dans la vallée de la Moselle entre Ferdrupt et Fresse-sur-Moselle (88) - Dossier d'évaluation des incidences au titre de l'Article L414-4 du Code de l'Environnement (Chap. IV, Section 1) - Complément à l'étude d'impacts - Expertise chiroptérologique.
Rapport. 20p.

Sara D.M.J. (2002). Chauves-souris et Zoonoses. Thèse pour le Doctorat vétérinaire – Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 120p.

Schober, W., E. Grimmberger. 1991. Guide des chauves-souris d'Europe. Delachaux & Niestlé. Livre - 223p.

Shankar V., Bowen R.A., Davis A.D., Rupprecht C.E., et O'Shea T.J. (2004).

Rabies in a Captive Colony of Big Brown Bats (*Eptesicus fuscus*). Journal of Wildlife Diseases, 40(3), 2004, pp. 403–413

Simon M., S. Hüttenbügel, J. Smit-Viergutz, 2004. Ecology and Conservation of Bats in Villages and Towns. Bundesamt für Naturschutz, Federal Agency for Nature Conservation, Germany, 263 pp

Takumi K., Lina P. H. C., Van Der Poel W.H.M., Kramps J.A. et Van Der Giessen J. W. B. (2009). Public health risk analysis of European bat lyssavirus infection in The Netherlands. Epidemiol. Infect. (2009), 137, 803–809.

SITES INTERNET :

- IUCN 2010: <http://www.iucnredlist.org/>
- ONF - Laurent Tillon :
www.onf.fr/activites_nature/sommaire/decouvrir/animaux/chauves_souris
- site web Avisoft Bioacoustics : www.avisoft.com/sounds.htm
- site web Vigie Nature : [www2.mnhn.fr/vigie-nature/spip.php?rubrique64#\[371\]](http://www2.mnhn.fr/vigie-nature/spip.php?rubrique64#[371])

Bibliographie intéressant le sujet d'étude

Audet, D., et Fenton M.B. (1988). Heterothermy and the use of torpor by the bat *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae): a field study. *Physiological Zoology*, 61:197-204

Badrane H et Tordo N.(2001). Host Switching in Lyssavirus History from the Chiroptera to the Carnivora Orders. *J. of Virology*, Sept. 2001, p. 8096–8104 Vol. 75, No. 17

Baranauskas K. (1999). Serotine bat *Eptesicus serotinus* Breeding under enclosure conditions. *Acta Zoologica Lituanica*. 1999. Volume 9. Numero 1 209.

Bartonicka T et Zukal J. (2003). Flight activity and habitat use of four bat species in a small town revealed by bat detectors. *Folia Zool.* – 52(2): 155–166 (2003)

Bat Conservation Trust – Plaquette d'informations sur *Eptesicus serotinus*.

Bell, G. P. 1980. A possible case of interspecific transmission of rabies in insectivorous bats. *J. Mammal.* 61:528–530

Brigham, RM (1991). Flexibility in foraging and roosting behaviour by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*). *Canadian Journal of Zoology*, 69: 117–121

Brigham, RM, et Feton M.B. (1986). The influence of roost closure on the roosting and foraging behaviour of *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Can. J. Zool.* 64:1128-1133

Calisher C.H., Childs J.E., Field H.E., Holmes K;V., et Schountz T. (2006). Bats: Important Reservoir Hosts of Emerging Viruses. *Clinical Microbiology Reviews*, Juillet 2006, p. 531-545, vol 19, N°3.

CNEVA (Centre National d'études vétérinaires et alimentaires) et ITSV (inspection des techniques des services vétérinaires), 1990 - plaquette « Les chiroptères et la rage en europe ». revue du syndicat national des vétérinaires inspecteurs du ministère de l'agriculture (SNVIMA).

Davis P.L., Holmes E.C., Larrous F., Van der Poel W.H.M., Tjørnehøj K., Alonso W.J. et Bourhy H. (2005). Phylogeography, Population Dynamics, and Molecular Evolution of European Bat Lyssaviruses. *J. of Virology*, Août 2005, p. 10487–10497 Vol. 79, No. 16

De Block G. (1959). Sur une maternité de Sérotines *Eptesicus serotinus* près de Wavre (Barbant). *Mammalia* 23(3) : pp. 374 - 377.

Degn, HJ 1983. Field activity of a colony of serotine bats (*Eptesicus serotinus*). *Nyctalus (NF)* 6:521–530.

Echevarría JE, Avellón A, Juste J, Vera M et Ibáñez C. (2001). Screening of Active Lyssavirus Infection in Wild Bat populations by Viral RNA detection on Oropharyngeal swabs. *J Clin Microbiol.* 2001 Oct;39(10):3678-83.

Glas, GH 1980–1981. Activities of serotine bats (*Eptesicus serotinus*) in a nursing-roost. *Myotis* 18–19:164–167

Harris S.L., Brookes S.M., Jones G., Hutson A.M., Racey P.A., Aegerter J., Smith G.C., McElhinney L.M. et Fooks A.R. (2006). European bat lyssaviruses : Distribution, prevalence and implications for conservation. *Biological Conservation* Volume 131, No. 2, August 2006, pp. 193-210

Hutson A.M., 1991. Serotine *Eptesicus serotinus*. In: G.B. Corbet and S. Harris, Editors, *Handbook of British Mammals*, Mammal Society/Blackwell Scientific Publications, Oxford (1991), pp. 112–116.

Joint Nature Conservation Committee. (2007). Second Report by the UK under Article 17 on the implementation of the Habitats Directive from January 2001 to December 2006. Peterborough: JNCC. S1327 - *Eptesicus serotinus* – Serotine.

Kleiman, D. G. 1969. Maternal care, growth rate and development in the noctule (*Nyctalus noctula*), pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and serotine (*Eptesicus serotinus*) bats. *Journal of Zoology (London)* 157:187–211.

Kervyn T. et Libois R (2008). The Diet of the serotine bat : A Comparison between rural and urban environments. *Belg. J. Zool.*, 138 (1) : 41-49 January 2008.

Kunz, T. H. 1974. Reproduction, growth, and mortality of the vespertilionid bat, *Eptesicus fuscus*, in Kansas. *Journal of Mammalogy* 55:1–13.

Lausen, C. and R. M. Barclay. 2002. Roosting behaviour and roost selection of female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices in southeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology* 80:1069–1076.

Lausen, C. and R. M. Barclay. 2003. Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices. *Journal of Zoology (London)* 260:235–244.

Lavilaugouet E. (2008). Bilan de l'étude des colonies de sérotines communes dans le cher. Extraits du rapport de stage, 2008. Muséum de Bourges. 13p.

Lina P.H.C., Hutson A.M. (2006). Bat rabies in europe : a review. In Dodet B., Schudel A., Pastoret P.P. et Lombard M. (eds) : *Rabies in Europe*. *Dev Biol (Basel)*. Basel, Karger, 2006, vol 125, pp 245-254.

Lewis S.E. (1995). Roost Fidelity of Bats: A Review. *Journal of Mammalogy*, Vol. 76, No. 2 (May, 1995), pp. 481-496

McCull, K. A., N. Tordo, and A. Aguilar Setién. 2000. Bat lyssavirus infections. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Épizooties* 19:177–196.

Megali A., Yannic G., Zahno M.-L., Brügger D., Bertoni G., Christe P. et Zanoni R. (2010). Surveillance for European bat lyssavirus in Swiss bats. Arch Virol DOI 0.1007/s00705-010-0750-9

Messenger, S. L., C. E. Rupprecht, and J. S. Smith. 2003. Bats, emerging virus infections, and the rabies paradigm. Pp 622–679. in Bat ecology Kunz, T. H. and M. B. Fenton, editors. eds. The University of Chicago Press. Chicago. 779 pp.

Pavisse R., (2009). Etude de la dispersion d'une colonie de Sérotines communes par transpondage (élaboration du protocole, mise en place et suivi). Rapport de stage de Master 1, muséum de Bourges. 25p

Pérez-Jordá J.L., Ibáñez C., Muñoz-Cervera M., Téllez A. (1995). Lyssavirus in *Eptesicus serotinus* (Chiroptera : Vespertilionidae)
J. Wildl. Dis. 31 :372-377

Picard-Meyer E., Borel C., Jouan D., Moinet M., Barrat J., Wasniewski M., Servat A., Boué F. et Cliquet F. (2010). Discovery of a colony of common serotines naturally infected by EBLV-1 in France. Poster présenté aux Rencontres Chiroptères Européennes à Berlin.

Picard-Meyer E. et Cliquet F. (2009). Nouvelles de l'épidémiologie des Lyssavirus en France. 10p

Picard-Meyer E. et Cliquet F. (2010). Programme d'épidémiologie des infections à Lyssavirus chez les chiroptères. Résultats et analyses du 1er janvier au 31 décembre 2009. Rapport AFSSA LERRPAS, 2009, 15p.

Robinson, M. F. 1992. The behavioural ecology of the serotine bat Ph.D. Thesis. University of Cambridge. Cambridge, U.K. 211 pp

Robinson, M. F. and R. E. Stebbings. 1997. Activity of the serotine bat, *Eptesicus serotinus* in England. *Myotis* 35:5–16.

Rydell, J. 1989. Feeding activity of the northern bat *Eptesicus nilssonii* during pregnancy and lactation. *Oecologia* 80:562–565.

Steffens R., Zöphel U. et Brockmann D. (2004). 40th Anniversary Bat Marking Centre Dresden – Evaluation of Methods and Overview of Results - Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Publication : Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

Streicker D.G., Turmelle A.S., Vonhof M.J., Kuzmin I.V., McCracken G.F., Rupprecht C.E. (2010). Host Phylogeny Constrains Cross-Species Emergence and Establishment of Rabies Virus in bats. *Science* 329, 676 (2010).

Van-der-Poel W., Heide R.Vd., Verstraten E., Takumi K., Lina P., Kramps J. (2005). European bat lyssaviruses, The Netherlands. *Emerging Infectious Diseases*. Vol.11, pp. 1854-1859

Van Der Poel W.H.M., Lina P.H.C. et Kramps J.H. (2006). Public Health Awareness of Emerging Zoonotic Viruses of Bats: A European Perspective. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*. Volume 6, Number 4, 2006

Vásquez-Morón S., Juste J., Ibañez C., Ruiz-Villamor E., Avellón A., Vera M. et Echevarría J.E. (2008). Endemic circulation of european bat lyssavirus type 1 in Serotine bats, Spain. *Emerging Infectious Diseases*. Vol.14, No. 8, August 2008. pp. 1263-1266

Verboom B. et Huitema H. (1997). The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology* vol 12 no 2 pp 117-125 (1997)

Williams, L. M. and M. C. Brittingham. 1997. Selection of maternity roosts by big brown bats. *Journal of Wildlife Management* 61:359–368

