



Etude du régime alimentaire du Grand rhinolophe
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)
dans quatre colonies du département du Finistère (France)

Résultats et propositions conservatoires



Laurent Arthur

Juin 2007



Groupe Mammalogique Breton -www.gmb.asso.fr

Maison de la Rivière - 29450 Sizun

tél. : 02 98 24 14 00 - fax : 02 98 24 17 44

courriel : gmbreton@aol.com

Etude du régime alimentaire du Grand rhinolophe
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)
dans quatre colonies du département du Finistère (France)

-

Résultats et propositions conservatoires

Josselin BOIREAU¹ et Pierig LE JEUNE²

Juin 2007

Le Groupe Mammalogique Breton (GMB), association loi 1901 de protection de protection des mammifères sauvages de Bretagne et de leurs habitats, est **agréé Association de protection de la nature au niveau régional** et est membre de **France Nature Environnement**.



¹ Chargé de mission « chauves-souris » au GMB.

² Membre du Réseau Chiroptères du GMB

REMERCIEMENTS :

Nous remercions les financeurs de cette étude : le Conseil Général du Finistère et la Fondation Nature & Découvertes.

Ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans le soutien de plusieurs personnes qui nous ont généreusement apporté leur aide :

- Kate McAney, chargée de mission du Vincent Wildlife Trust qui nous a aidé pour l'analyse,
- Gabriel Haguët du Groupe de Recherche et d'Etude des Invertébrés du massif Armoricaïn (G.R.E.T.I.A.), pour son aide à la détermination des restes d'insectes et ses informations sur la biologie des espèces d'insectes en Bretagne,
- Xavier Grémillet (G.M.B.), Benjamin Guyonnet (G.M.B.), Catherine Caroff (G.M.B.), Philippe Fouillet, entomologiste, et Marie-Cécile Navet (G.M.B.) pour leur important travail de relecture,
- Ségolène Guéguen (G.M.B.) pour la collecte des crottes à Camaret-sur-Mer,
- Soline Désiré (G.M.B.) et Franck Simonnet (G.M.B.) pour les traductions.

Que toutes ces personnes soient ici chaleureusement remerciées.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE	6
1.1. Le Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	6
1.2. Les causes de régression de l'espèce.....	7
1.3. Etat des connaissances sur l'activité de chasse du Grand rhinolophe.....	9
1.4. Objectifs de l'étude	10
1.5. Choix des sites.....	13
2. CADRE DE L'ETUDE	15
2.1. Le statut du Grand rhinolophe en Basse-Bretagne.....	15
2.2. Description des gîtes étudiés	17
2.2.1. Colonie de Landeleau (29).....	17
2.2.2. Colonie de Camaret-sur-Mer (29).....	17
2.2.3. Colonie de Lopérec (29).....	18
2.2.3. Colonie de Rumengol (29).....	19
3. ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE	21
3.1. Introduction	21
3.2. Matériel et méthode.....	22
3.2.1. Collecte du guano.....	22
3.2.2. Analyse du guano	23
3.2.3. Limites de l'analyse	24
3.2.4. Expression des résultats	25
3.2.5. Moyens humains	25
3.3. Résultats	28
3.3.1. Régime alimentaire	28
3.3.2. Phénologie des proies.....	34
3.4. Discussion	37
3.5. Conclusion.....	43

4. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA BIOLOGIE DES PROIES CLÉS ET LES MOYENS DE LES FAVORISER	46
4.1. Introduction	46
4.2. Papillons de nuits (Rhopalocères)	47
4.3. <i>Aphodius rufipes</i>	49
4.4. Les autres proies-clés	53
4.5. Conclusion.....	56
5. CONCLUSION GÉNÉRALE	57
BIBLIOGRAPHIE	59
ANNEXES	68

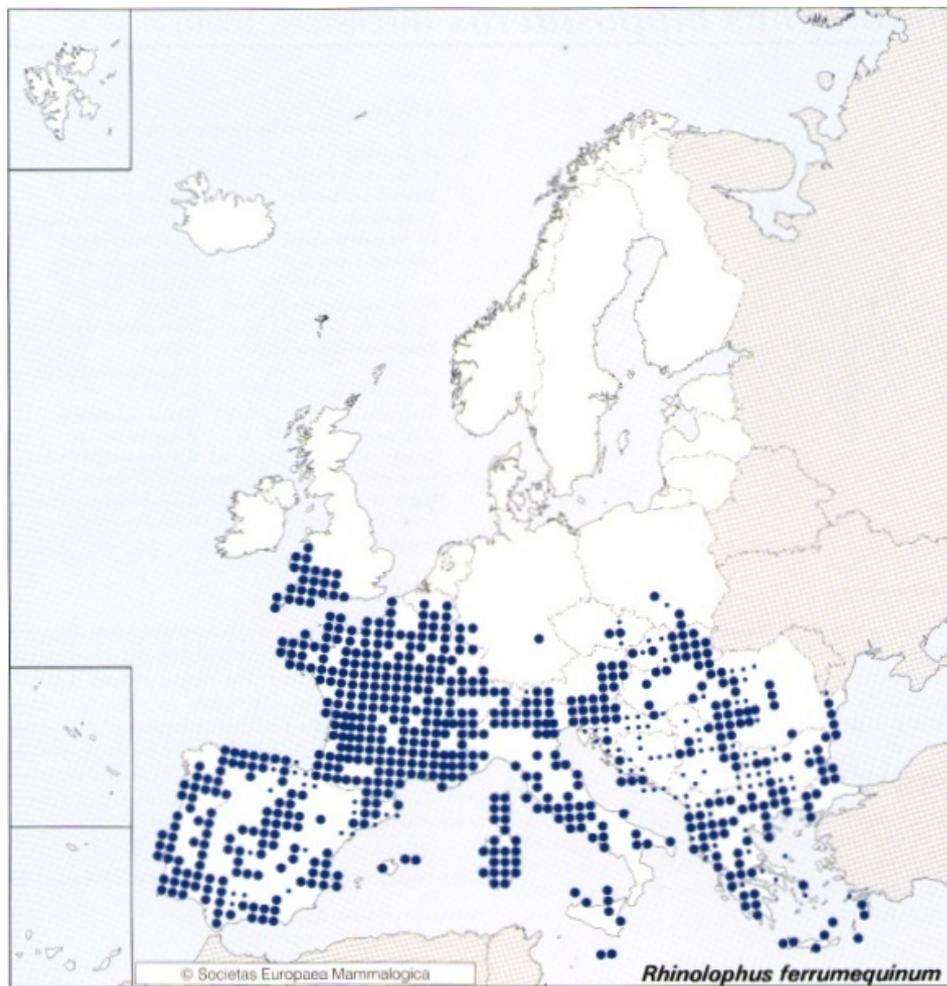


Figure 1.1. Répartition européenne du Grand rhinolophe (MITCHELL-JONES *et al.*, 1999).

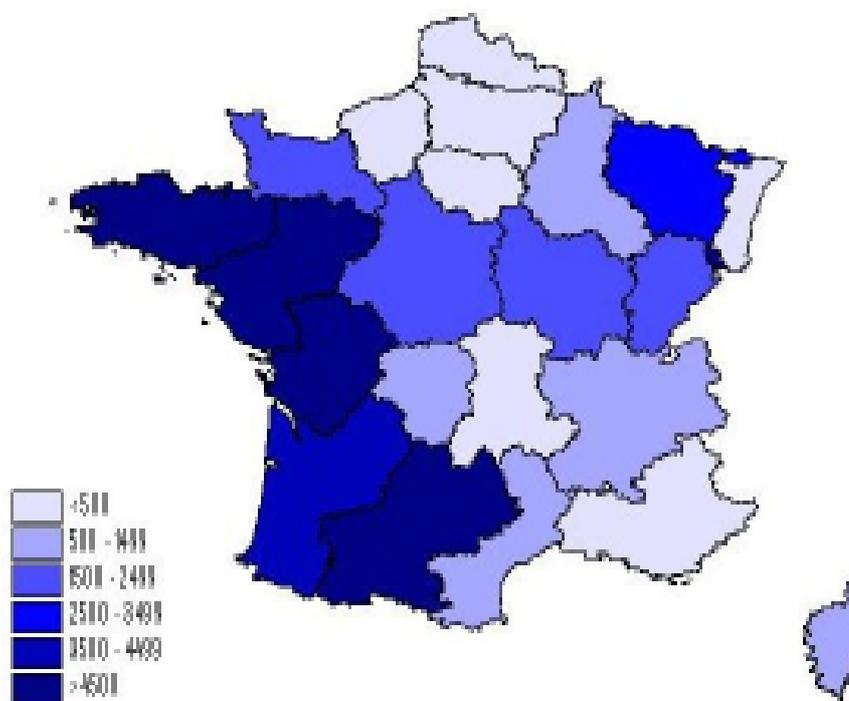


Figure 1.2. Nombre de grands rhinolophes hivernants par région (d'après FAUVEL *et al.*, en prép.).

1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

1.1. Le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*

Le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum* - Schreber, 1774) est une chauve-souris qui appartient à la famille des *Rhinolophidae*. Cette famille compte cinq espèces en Europe, dont deux en Bretagne (Grand rhinolophe et Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*). Ce chiroptère de grande taille (envergure 350 – 400 millimètres, poids 17 – 34 grammes) possède une vaste aire de répartition. En Europe on le trouve au sud du Pays de Galles, de la Pologne à la Crète et à Gibraltar, de la façade atlantique au delta du Danube et aux îles de la mer Egée (Figure 1.1.). En France on rencontre l'espèce dans toutes les régions, mais les populations les plus importantes se concentrent le long de la façade atlantique (Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Aquitaine), en Midi-Pyrénées et Lorraine. On estime que la Bretagne abrite 11,4 % des effectifs hivernants et 19 % des effectifs reproducteurs de l'hexagone (FAUVEL *et al.*, en prép., Figure 1.2.).

Etant une espèce sédentaire, les grands rhinolophes se regroupent à la mauvaise saison dans des endroits frais et calmes pour hiverner (caves, grottes...). L'été, les femelles se regroupent dans des endroits chauds et calmes pour mettre au monde et élever leur unique petit.

La Basse-Bretagne, partie ouest de la région, et principalement la zone située le long du Canal de Nantes à Brest (partie finistérienne) accueille une importante population de grands rhinolophes puisque, tous les ans, près de 1900 individus sont observés en hivernage (BOIREAU, 2006). Par ailleurs, neuf colonies de reproduction y sont identifiées, dont quatre avec des effectifs totaux (adultes et jeunes) supérieurs à 300 individus (maximum 817) (BOIREAU & CAROFF, 2002).

Entre les années 1960 et 1975, l'espèce a connu une forte régression, principalement au nord de son aire de répartition : Angleterre, Allemagne, Belgique, nord de la France, Luxembourg (RANSOM & HUTSON, 2000). Actuellement, le Grand rhinolophe est considéré comme vulnérable dans de nombreux pays européens. L'espèce est inscrite sur la liste rouge des espèces menacées de l'U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources, www.iucn.org). En Europe, le Grand rhinolophe figure aux Annexes II et IV

de la Directive européenne Habitats-Faune-Flore, à l'Annexe II de la Convention de Berne, et à l'Annexe II de la Convention de Bonn. En France, il est intégralement protégé depuis 1981.

1.2. Les causes de régression de l'espèce

Les causes de la raréfaction du Grand rhinolophe sont multiples :

- Depuis les années 1960, de nombreux gîtes utilisés en reproduction par l'espèce, comme des combles de châteaux et d'églises, ont été aménagés. De ce fait, les animaux ont régulièrement perdu l'accès au site. Malgré les actions de sensibilisation, ce phénomène se poursuit aujourd'hui. Ainsi, en 1999, une colonie de reproduction finistérienne a-t-elle été partiellement détruite par la mise en place de grillage anti-pigeons pendant la période de reproduction (obs. pers.).
- Le dérangement dans les sites d'hibernation a certainement une importante responsabilité dans la régression des effectifs. D'après BROSSET *et al.* (1988), le déclin important du Rhinolophe Euryale *Rhinolophus euryalis*, espèce voisine du Grand rhinolophe, serait directement lié au dérangement dans les cavités de parturition et d'hivernage, et particulièrement aux activités de baguage intensif réalisé dans les années 1960. En Bretagne, des cas de vandalisme sur des colonies de grands rhinolophes ont déjà été constatés : destruction directe, comme en Presqu'île de Crozon (Cadiou, com. pers.) ou dégradation des grilles de protection dans des réserves (obs. pers.).
- L'utilisation de pesticides organochlorés, du D.D.T. et des P.C.B.s sur les zones de chasse du Grand rhinolophe est tout à fait néfaste à l'espèce (BROSSET *et al.*, *op. cit.*). Ces biocides font disparaître les insectes proies et s'accumulent dans les organismes des individus. La rémanence de produits antiparasitaires comme l'ivermectine est néfaste à la production d'*Aphodius*, une des proies-clés du Grand rhinolophe (CAROFF *et al.*, 2003). Si l'impact négatif des pesticides sur les grands rhinolophes est indubitable dans les milieux naturels, il l'est aussi dans les gîtes où le traitement des charpentes (notamment au lindane) est responsable de la disparition de colonies comme cela a été déjà observé en Angleterre (STREBBING, 1982). En Bretagne, une colonie de grands rhinolophes connaît une importante mortalité juvénile liée à un empoisonnement au plomb, présent dans une peinture sur des charpentes métalliques, et au P.C.P., fongicide utilisé contre le mэрule, présent sur les murs du bâtiment où chassent les chauves-souris (GRÉMILLET & BOIREAU, 2004).

- Des travaux récents menés en France (NÉRI, 2004, CAPO *et al.*, 2006, CHOQUENÉ, 2006) montrent que les collisions de chauves-souris avec les voitures sont nombreuses. Mais l'impact sur la pérennité des colonies à l'échelle d'une région demeure inconnu, faute d'étude globale. Parmi les espèces touchées on trouve le Grand rhinolophe, parfois dans des proportions importantes. Ainsi, NÉRI (*op. cit.*) a-t-il trouvé 15 cadavres de Grand rhinolophe sur 44 cadavres de chauves-souris collectés au bord de l'autoroute A20 dans le département du Lot. En Bretagne, CHOQUENÉ (*op. cit.*) a collecté deux cadavres de Grand rhinolophe au bord d'une route à quatre voies dans les Côtes d'Armor. Un animal mort suite à une collision a été retrouvé à Châteaulin (29) à 35 km à l'ouest du site d'étude (obs. pers.). En Franche-Comté, une étude par la technique du radiopistage est actuellement en cours pour préserver une colonie des risques de collision dans le cadre de l'élargissement d'une route (Roué S.Y., com. pers.).
- La prédation de la chouette effraie (*Tyto alba*) sur les colonies de chauves-souris peut poser des problèmes importants (FAIRON *et al.*, 1996). En Bretagne, plusieurs colonies ont ainsi déserté leur gîte suite à l'installation de *Tyto alba* (BOIREAU, 2003, BOIREAU, en prép.). Des études de radiopistage sont alors nécessaires pour trouver le nouveau gîte et poursuivre les actions conservatoires (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005b). Parfois, la spécialisation d'une chouette peut entraîner la destruction partielle de la colonie (BOIREAU, en prép.). Même si les colonies sont rarement détruites entièrement, les conséquences de la désertion d'un site sont graves, car les possibilités pour les animaux de retrouver un gîte accueillant ne sont pas garanties, particulièrement dans des régions comme la Bretagne, où la pression immobilière est forte.
- Depuis les années 1960, la modification des paysages due à l'agriculture intensive a engendré une diminution de la biomasse en insectes et a radicalement altéré les milieux favorables à l'espèce : arasement des talus et des haies, disparition des pâtures et du bocage, extension de la culture du maïs, déboisement des berges, rectification et recalibrage des cours d'eau (GRÉMILLET, 2002).

A tous ces éléments s'ajoute la mauvaise réputation, injustifiée, dont souffrent les chauves-souris en général. Ceci est très probablement à l'origine de destructions volontaires de colonies, qui nous échappent le plus souvent. C'est aussi un frein à la prise de conscience des menaces qui pèsent sur ces animaux, et à la mise en place d'actions conservatoires.

1.3. Etat des connaissances sur l'activité de chasse du Grand rhinolophe

Comme nous l'avons vu, les causes de la disparition du Grand rhinolophe sont multiples, mais elle semble s'expliquer aussi par les exigences écologiques strictes de l'espèce en termes d'habitats. En effet, une population de Grand rhinolophe ne peut se maintenir durablement dans une région que si cette dernière offre un réseau cohérent de terrains de chasse riches en proies et en gîtes d'hivernage, de reproduction et de transition reliés par des couloirs de circulation fonctionnels, c'est-à-dire sans aucune interruption physique. Les gîtes de reproduction et d'hivernage, indemnes de toute pollution, sont éloignés au maximum de 20 km les uns des autres (FAIRON, 1997) au sein d'un paysage bocager riche en milieux diversifiés : principalement des prairies pâturées, zones boisées, zones humides et vergers (DUVERGÉ & JONES, 1994, PIR, 1994, LUGON, 1996, BONTADINA *et al.*, 1997, DUVERGÉ, 1997). Les animaux chassent des gros insectes, principalement des Lépidoptères, Coléoptères (*Aphodius*, *Melolontha*, *Geotrupes*) et Diptères (*Tipulidae*), qui constituent des proies-clés (JONES, 1990, DUVERGÉ & JONES, 1994, PIR, 1994, JONES *et al.*, 1995).

En 2003 et 2004, le GMB a réalisé la première étude (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a) de radiopistage sur le Grand rhinolophe en Bretagne. Les informations collectées à cette occasion viennent compléter les travaux déjà réalisés à l'étranger, en Angleterre (DUVERGÉ & JONES, 1994, LUGON, 1996, BONTADINA *et al.*, 1997, DUVERGÉ, 1997, BILLINGTON, 2000, ROBINSON *et al.*, 2000, BILLINGTON, 2001, BILLINGTON, 2002a, BILLINGTON, 2002b, BILLINGTON, 2003), au Luxembourg (PIR, 1994), en Italie (BONTADINA *et al.*, 1999) et en Suisse (BECK *et al.*, 1994, BONTADINA *et al.*, 1995, LUGON, 1996, BONTADINA *et al.*, 2002).

L'étude que nous avons réalisée à Landeleau (29), menée sur des femelles en début de gestation, d'autres en période de lactation et enfin sur des juvéniles en période d'émancipation a montré que :

- 70% des contacts en chasse ont été réalisés à moins de 3,5 km du gîte de reproduction,
- lors de leurs déplacements, les grands rhinolophes circulent le plus souvent le long des liens paysagers (haies, lisières...) mais sont aussi capables de franchir de vastes étendues de zones très ouvertes, comme les champs de maïs, pour atteindre leur terrains de chasse,

- les milieux les plus utilisés pour la chasse sont les ripisylves et les boisements riverains, les boisements de feuillus, les prairies naturelles, les jardins et les vergers,
- les milieux évités par les animaux sont les prairies temporaires, les landes, les boisements de résineux, les cultures et les zones urbaines,
- les prairies permanentes et les friches ne sont sélectionnées ni positivement, ni négativement,
- les gîtes secondaires, reposoirs nocturnes et gîtes diurnes secondaires, sont essentiellement d'anciens bâtiments, souvent voués à disparaître, mais qui semblent vitaux pour les animaux,

Ces premières conclusions permettent dès à présent de définir des propositions d'aménagement et de gestion du territoire, dans le cadre d'un plan régional de protection des colonies. Mais il nous semblait nécessaire d'affiner ce travail de suivi télémétrique par l'analyse du régime alimentaire, afin d'affiner nos recommandations de gestion.

1.4. Objectifs de l'étude

L'analyse du régime alimentaire de plusieurs colonies de grands rhinolophes en Basse Bretagne est complémentaire au travail de radio-pistage que nous avons mené en 2003 et 2004 (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a).

Ce travail global poursuit plusieurs objectifs:

- Au niveau local et en Basse-Bretagne :
 - acquérir des connaissances fondamentales sur la biologie de l'espèce (variations saisonnières du régime alimentaire, proies-clés...). Ces connaissances permettront de proposer des mesures conservatoires adaptées au site étudié et des recommandations plus générales pour les autres colonies de Basse-Bretagne, notamment dans le cadre des documents d'objectifs Natura 2000,
 - observer le régime alimentaire de plusieurs colonies pour constater d'éventuelles différences
- Au niveau national et européen, au-delà de notre contribution à une meilleure connaissance des habitats de l'espèce sur son aire de répartition, proposer un travail de recherche sur une population dynamique et importante de grands rhinolophes afin de compléter les résultats

obtenus lors des travaux menés à l'étranger sur des populations moins importantes et dans des contextes environnementaux différents. C'est dans ce but que nous nous sommes associés au Vincent Wildlife Trust, (V.W.T., www.vwt.org.uk), fondation britannique spécialisée dans l'étude et la protection des mammifères et pionnière concernant les grands rhinolophes. En avril 2003, nous avons réalisé un voyage d'étude dans le sud de l'Angleterre pour observer les sites et les territoires de chasse des colonies de grands rhinolophes (GRÉMILLET, 2003).

Cette démarche répond fidèlement aux recommandations de la " fiche-espèce " Natura 2000 pour le Grand rhinolophe dans laquelle il est précisé : *“ En France, il est nécessaire de mener des études sur l'utilisation des habitats et sur le régime alimentaire dans des populations denses (ouest de la France), dans le centre et en zone méditerranéenne, en association avec la mise en œuvre de plans de gestion des paysages ”* (GRÉMILLET, 2002).

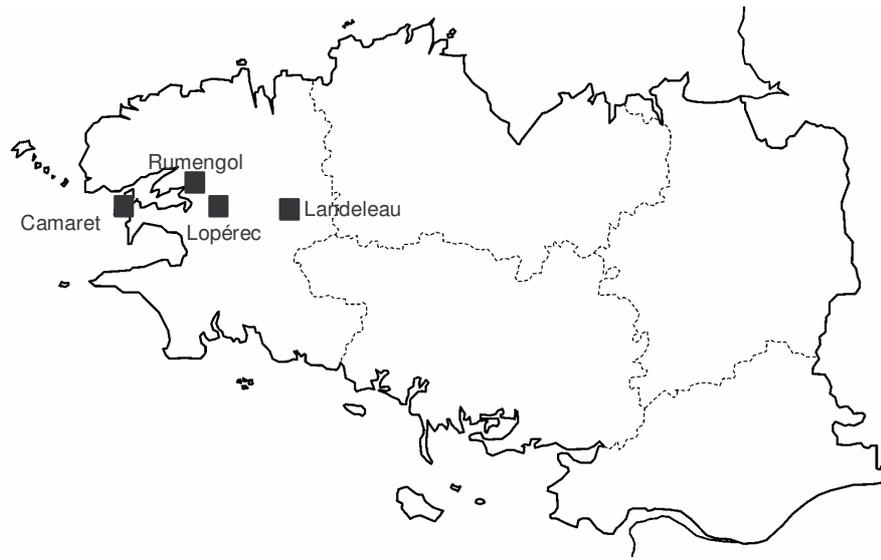


Figure 1.3. Localisation des colonies de grands rhinolophes étudiées.

1.5. Choix des sites

Pour mener nos travaux, nous avons recherché des colonies représentatives qui puissent fournir des informations applicables aux autres colonies bretonnes : en d'autres termes, des colonies modèles ou témoins. Notre choix a aussi été orienté par le travail de collecte de guano que nous avons déjà réalisé en 2001.

Pour choisir nos sites d'étude, nous avons sélectionné les gîtes qui répondaient aux critères suivants :

- la protection légale et matérielle du gîte est assurée (pérennité du site),
- site bien représentatif des autres colonies connues de Bretagne occidentale (gîte, paysages proches, contexte économique local...),
- la colonie est importante (plus de 300 adultes),
- la colonie est suivie depuis plusieurs années par le G.M.B., nous disposons donc de l'historique du site et de nombreuses informations connexes à l'étude proposée,
- le contexte social et administratif est favorable au projet,
- le site n'est pas trop éloigné du siège de l'association pour limiter les frais de déplacement,

Nous avons aussi essayé d'étudier des colonies qui présentaient des particularités paysagères ou de composition pour observer d'éventuelles différences. Nous avons donc sélectionné les colonies finistériennes de :

- l'Eglise de Landeleau, site ayant fait l'objet d'une étude des terrains de chasse par radio-pistage en 2003 et 2004 (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a), qui correspond donc à notre site de référence,
- l'Eglise de Camaret-sur-Mer, située à proximité immédiate du littoral donc dans un contexte environnemental particulier,
- l'Eglise de Lopérec, site abritant la plus importante colonie de grands rhinolophes (plus de 500 individus) mais qui en 2003, année de la collecte du guano, a été déserté par les individus reproducteurs suite à la pénétration d'une Chouette effraie (*Tyto alba*), les analyses portent donc sur des animaux non reproducteurs (mâles, immatures...),
- la Basilique de Rumengol, colonie prospère avec plus de 300 individus dont le guano avait déjà été collecté en 2001 dans le cadre du suivi mensuel de la colonie.

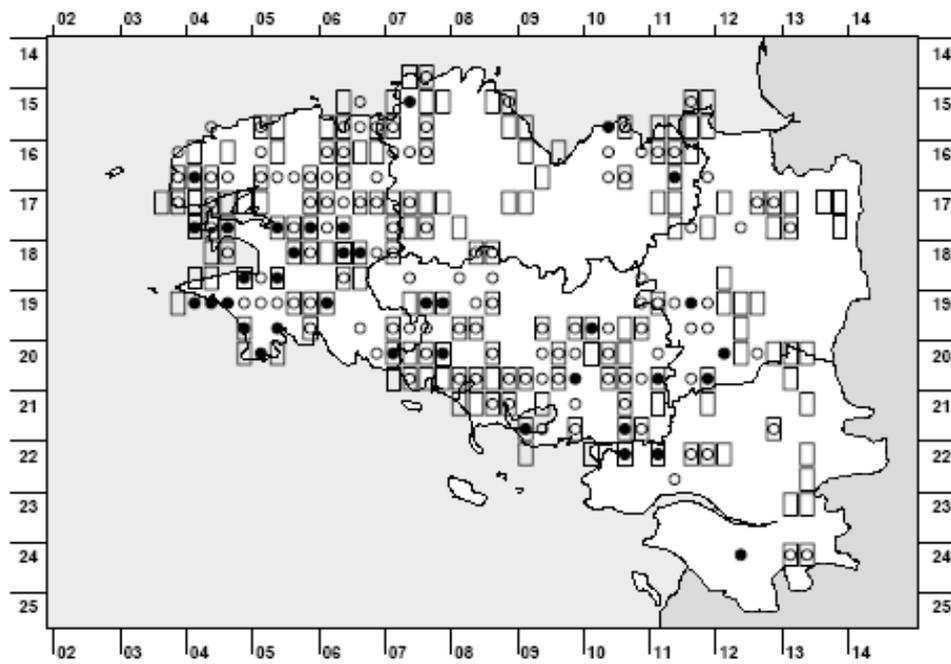


Figure 2.1. Répartition du Grand rhinophe en Bretagne (d'après données G.M.B. et Bretagne Vivante, infographie LE HOUEDÉC, 2005, non publié). ○ = période estivale du 1/04 au 30/09. ◐ = période hivernale du 1/10 au 31/03. ● = reproduction (colonies, juvéniles non-volants, juvéniles volants du 1er mai au 31 août, femelles gestantes ou en cours d'allaitement)

2. CADRE DE L'ETUDE

2.1. Le statut du Grand rhinolophe en Basse-Bretagne

Différents inventaires réalisés ces dernières années en Bretagne ont permis de définir le statut régional de l'espèce. Les prospections menées localement dans les années 1980 (Nicolas, com. pers.) dans les gîtes favorables aux chauves-souris (combles de bâtiments, mines, grottes...), et sur les terrains de chasse, ont donné suite à des études à grande échelle. Ainsi, de 1999 à 2001, 504 églises, 147 châteaux et manoirs, 284 autres bâtiments (chapelles, maisons abandonnées...), 437 ponts et 130 cavités ont été prospectés (BOIREAU *et al.*, 2001, FARCY & ROS, 2002). Ces recherches ont permis de recenser 30 colonies de reproduction de grands rhinolophes, dont 20 situées en Basse-Bretagne à l'ouest d'une ligne Saint-Brieuc (22) - Vannes (56). La plus forte concentration de l'espèce se trouve le long du Canal de Nantes à Brest sur sa partie finistérienne (Figure 2.1.), où en février 2005, 1889 grands rhinolophes ont été observés (BOIREAU, 2006). Les animaux trouvent sur cette zone un ensemble de gîtes et de milieux très favorables. La répartition inégale de l'espèce sur la région pourrait être imputée à un manque de cavités pour l'hivernage dans l'est et le centre (MITCHELL-JONES, 1995).

L'évolution de l'espèce sur la zone est difficile à appréhender car il existe très peu de données avant le milieu des années 1980. Mais des observations ponctuelles permettent de penser que l'espèce a connu une régression importante au cours des 50 dernières années. Ainsi, BEAUCOURNU & MATILE (1963) dénombrèrent 1000 grands rhinolophes dans les mines de Glénac (56), site qui est actuellement fréquenté par environ 300 individus seulement. De la même manière, MELOU & GUILLOU (1954) ont pu observer en Ergué-Gabéric (29) « jusqu'à 500 grands rhinolophes fer à cheval dans une même grotte, 200 en Kerfeunteun, 300 à la cathédrale de Quimper, 200 à la chapelle du lycée de garçons ». Aujourd'hui, ces sites sont quasiment tous déserts, généralement suite à l'obturation des accès, sauf la mine d'Ergué-Gabéric qui accueille encore 150 à 200 grands rhinolophes en hivernage.

Depuis 1999, la mise en place d'une surveillance fine de l'évolution des populations hivernantes et estivantes permet de noter une augmentation régulière des effectifs (obs. pers.).

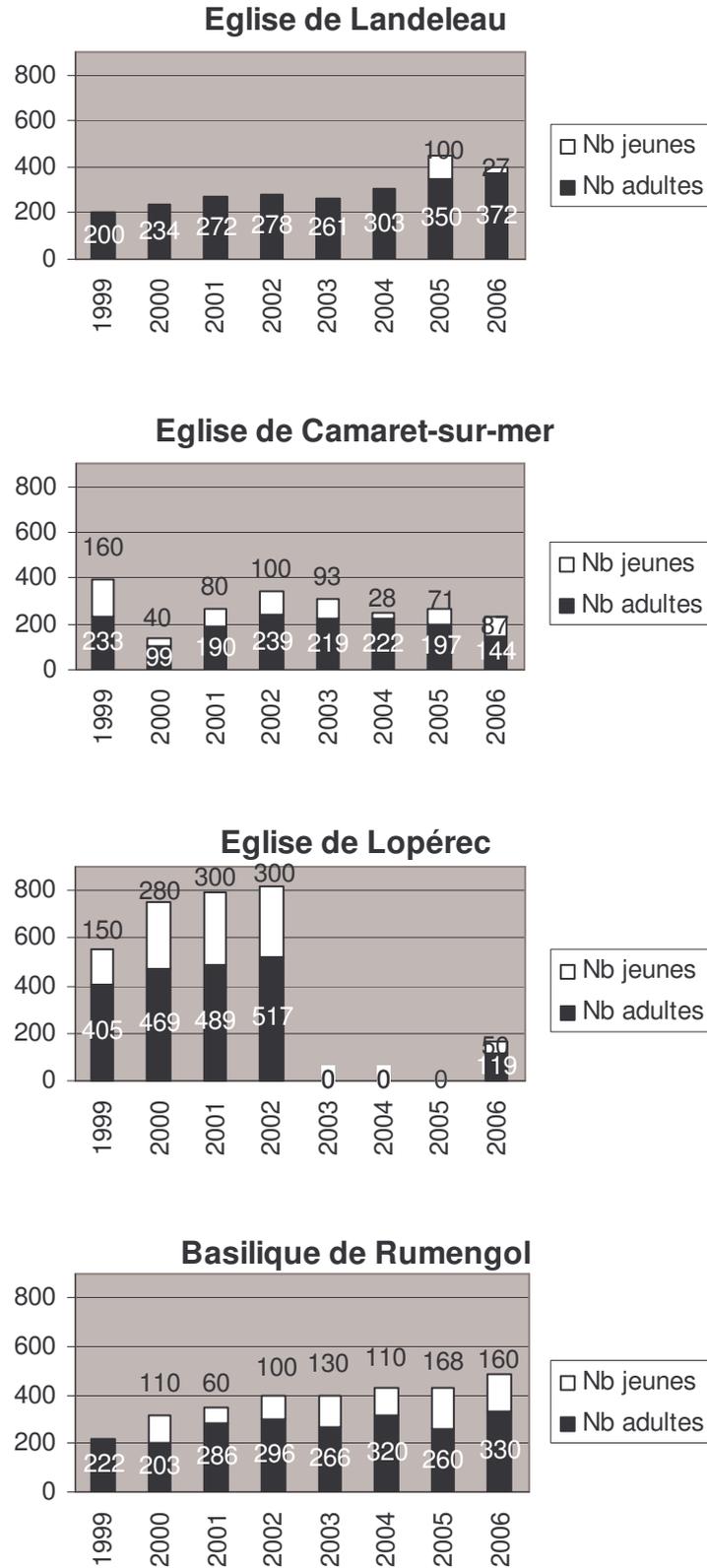


Figure 2.2. Evolution des effectifs de grands rhinolophes (adultes et jeunes) dans les colonies de Landeleau, Camaret-sur-Mer, Lopérec et Rumengol (données G.M.B.)

Celle-ci est certainement liée à un important travail de protection des gîtes (Figure 2.2) et peut-être à un ralentissement de la dégradation des milieux naturels. Cette progression semble se vérifier au niveau national (Ros, com. pers.).

2.2. Description des gîtes étudiés

2.2.1. Colonie de Landeleau (29)

La colonie de reproduction de Grand rhinolophe de Landeleau se situe dans les combles de l'église qui domine la confluence de l'Aulne sauvage (partie amont) avec le Canal de Nantes à Brest (Hyères canalisée et aval de l'Aulne canalisé). Les plateaux autour du site sont façonnés par l'agriculture intensive. Le long de la vallée de l'Aulne, sur les versants raides des massifs ardoisiers peu accessibles aux machines agricoles, on trouve de larges secteurs boisés composés de formations feuillues mixtes à chênes, hêtres et châtaigniers typiques du centre Bretagne. En fond de vallée et le long des ruisseaux adjacents, il subsiste, malgré une forte pression agricole, des prairies naturelles mésophiles, méso-hygrophiles et humides. Actuellement, ces milieux, de moins en moins exploités, sont laissés à l'abandon et commencent à se fermer.

Les effectifs de grands rhinolophes sont en régulière augmentation. Depuis 3 ans, nous avons observé la reproduction d'une autre espèce de chauves-souris d'intérêt communautaire : le Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* (25 individus en 2006). Pour ce site, le nombre de jeunes est noté à titre indicatif, car les combles ne sont pas accessibles et seule une petite partie des juvéniles est visible.

Depuis mars 2003, la colonie est protégée par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, qui formalise les modalités d'intervention sur le gîte lors de travaux.

2.2.2. Colonie de Camaret-sur-Mer (29)

La colonie de reproduction de grands rhinolophes de Camaret-sur-Mer se situe dans les combles de l'église. L'originalité de ce site réside dans sa situation péninsulaire, où l'influence maritime est très forte tant sur le paysage que sur les conditions météorologiques.

Les paysages environnants sont nettement différents des trois autres sites et sont composés de landes, cordons dunaires et de quelques secteurs bocagers avec pâturage. Les conditions météorologiques de la Presqu'île de Crozon où se situe l'église sont marquées par la douceur du climat.

Malgré un nombre de grands rhinolophes assez variable, cette colonie semble saine, avec des effectifs qui se maintiennent et un bon taux de reproduction.

Depuis janvier 2001, la colonie est protégée par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, qui formalise les modalités d'intervention sur le gîte lors de travaux.

2.2.3. Colonie de Lopérec (29)

La colonie de reproduction de grands rhinolophes de Lopérec se situe dans les combles de l'église. Les paysages proches sont composés de fonds de vallées boisés en feuillus et larges zones occupés par l'agriculture intensive.

Depuis 1999, la colonie était en augmentation régulière jusqu'à l'été 2002 (avec 517 individus adultes). Avec plus de 500 grands rhinolophes, ce site est l'une des colonies de l'espèce la plus importante de France (ROS, 2002). Mais l'été 2003, elle a totalement disparu, du fait de la présence d'une chouette effraie chassant des chauves-souris à la sortie du gîte, voire même à l'intérieur de celui-ci. Les survivantes ont intégré un gîte alternatif, vraisemblablement non loin (comme en témoigne la présence régulière de grands rhinolophes en chasse dans le bourg et sous le porche), mais non identifié. Toutefois, un petit groupe d'animaux a continué à utiliser le site permettant de poursuivre la collecte de guano. En 2006, après 3 ans d'absence, une petite partie de la colonie (119 adultes) a réintégré les combles.

Depuis février 1995, la colonie est protégée par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, qui formalise les modalités d'intervention sur le gîte lors de travaux.

2.2.3. Colonie de Rumengol (29)

La colonie de reproduction de grands rhinolophes de Rumengol se situe dans les combles de la Basilique de Rumengol sur la commune du Faou. Les paysages proches sont composés de fonds de vallées boisés en feuillus et larges zones occupés par l'agriculture intensive. A 2 km à l'est du site se trouve la forêt du Cranou. Si l'on se base sur la bibliographie et sur nos résultats de radiopistage, on peut supposer que cette forêt constitue un terrain de chasse privilégié pour la colonie. Le site de Rumengol se situe à 4 km de celui de Lopérec.

Depuis le début du suivi en 1999, les effectifs sont en constante augmentation.

Depuis janvier 2001, la colonie est protégée par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope, qui formalise les modalités d'intervention sur le gîte lors de travaux.

Tableau 3.1. Bilan de la sélection des habitats par les 12 Grands rhinolophes radiopistés à Landeleau d'après BOIREAU & GRÉMILLET (2005a). Un signe triple (+++, --) indique une différence significative ($P < 0,0001$), un seul signe indique une tendance non significative.

Milieux hiérarchisés par intérêt décroissant	Sélection
Ripisylves et boisements riverains	+++
Boisements de feuillus	+++
Prairies naturelles	+++
Jardins	+++
Prairies permanentes	
Friches	-
Prairies temporaires	---
Landes	-
Boisements de résineux	-
Culture	---
Zones urbaines	---

3. ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE

3.1. Introduction

Grâce au suivi télémétrique réalisé à Landeleau en 2003 et 2004 (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a), nous avons pu montrer que pendant sa recherche de nourriture, le Grand rhinolophe pratique une sélection, positive ou négative, des milieux. Il apparaît ainsi que les grands rhinolophes réalisent une sélection significativement positive des ripisylves et boisements riverains, boisements de feuillus, prairies naturelles et jardins. A l'inverse, les animaux opèrent une sélection significativement négative des friches, prairies temporaires, landes, boisements de résineux, cultures et zones urbaines. Il n'a pas été observé de sélection positive ou négative pour les prairies permanentes (Tableau 3.1.). Nous supposons que cette sélection est très certainement liée à la présence ou à l'absence des insectes proies. Il nous a donc paru nécessaire de compléter notre travail de suivi télémétrique par une analyse du régime alimentaire de l'espèce. Cette analyse est basée sur l'observation des restes d'insectes présents dans les fèces, appelées communément guano.

A travers ce travail, nous avons cherché à mettre en parallèle nos résultats de suivi télémétrique réalisé à Landeleau avec la biologie des insectes présents dans le régime alimentaire. Ceci afin de conforter nos conclusions sur l'utilisation des milieux, mais aussi de mettre en avant des éléments qui auraient pu nous échapper lors du suivi.

Nous avons souhaité dans le même temps mener un travail d'analyse sur d'autres colonies pour observer d'éventuelles différences ou similitudes entre les colonies liées, par exemple, aux milieux environnants, (comme à Camaret-sur-Mer), ou au statut non reproducteur de la colonie (comme à Lopérec).

Par ailleurs, au-delà de l'apport de connaissances fondamentales, l'analyse du régime alimentaire permet d'affiner les propositions visant à protéger les grands rhinolophes par la gestion des habitats hébergeant les proies consommées.

Si l'analyse de guano a déjà été testée par plusieurs auteurs (JONES, 1990, DUVERGÉ & JONES, 1994, PIR, 1994, JONES *et al.*, 1995, LUGON, 1996, RANSOME, 1996, BECK *et*

al., 1997, DUVERGÉ, 1997, RANSOME, 1997) et permet d'apporter des informations précises, il faut garder à l'esprit qu'elle comporte quelques biais liés au mode de récolte des échantillons, à la façon de présenter les résultats et aux catégories de proies concernées.

Il aurait été justifié de compléter notre travail sur le régime alimentaire par des captures d'insectes afin de définir les ressources disponibles. Malheureusement, faute de moyens suffisants, ce travail n'a pu être entrepris.

Pour ce travail, nous nous sommes inspirés des protocoles proposés par JONES (1990) et RANSOME (2000).

3.2. Matériel et méthode

3.2.1. Collecte du guano

Pour récolter le guano, une bâche plastique a été mise en place à :

- Landeleau, en haut de l'escalier d'accès au clocher, sous un endroit où s'installe fréquemment l'essaim. La collecte a été opérée toutes les semaines du 12 mai jusqu'au 22 septembre 2003,
- Camaret-sur-Mer, dans les combles au niveau de la trappe de sortie des animaux. La collecte a été opérée toutes les semaines du 14 mai jusqu'au 18 septembre 2004,
- Lopérec, dans le porche au niveau de la trappe de sortie des animaux. La collecte a été opérée toutes les semaines du 5 mai jusqu'au 28 août 2003,
- Rumengol, dans les combles, sous l'essaim. La collecte a été opérée toutes les semaines du 4 juillet 2001 au 28 août 2001.

A chaque passage, le volume d'une boîte de pellicule photo (environ 3 cm³) de guano a été ramassé et mis à sécher pendant environ huit jours. Après la collecte, la bâche était nettoyée et remise en place.

A Landeleau, la période de collecte couvre l'ensemble des sessions de suivi télémétrique réalisées en 2003 et, comme à Camaret-sur-Mer, la période de collecte couvre les trois phases différentes dans la vie de la colonie :

- de mai à la mi-juin : gestation,
- de mi-juin à mi-août : naissance et élevage des jeunes,
- de mi-août à fin septembre : sevrage des jeunes.

A Lopérec et Rumengol, la collecte du guano a été concentrée sur la période de naissance et d'élevage des jeunes.

Les années de collecte du guano, sont différentes suivant les sites. Ceci engendre un biais important pour l'analyse des résultats. En effet, à Rumengol, la collecte a été réalisée d'une manière informelle au cours du suivi de la colonie de reproduction. A ce moment nous n'avions pas la certitude de pouvoir un jour réaliser l'analyse du guano, nous avons donc jugé prudent de limiter notre prélèvement sur les mois de juillet et août pour limiter les frais de déplacements. Au moment de la réalisation de l'analyse, il nous semblait dommage de ne pas exploiter ces échantillons. Si le travail de collecte a pu être réalisé en 2003 à Landeleau et Lopérec, ceci a été impossible à réaliser pour des raisons pratiques à Camaret-sur-Mer la même année.

Au cours du travail de collecte, des problèmes matériels nous ont empêché de ramasser le guano certaines semaines (pas de bénévoles disponibles pour réaliser la collecte, déplacement de la colonie et donc absence du guano sur la bâche...) ceci peut aussi parfois limiter les interprétations des résultats.

3.2.2. Analyse du guano

Pour mener l'analyse, nous avons pris au hasard 12 crottes individuelles dans chaque lot. Ce nombre est proposé par RANSOME (2000) qui a calculé que l'analyse de 12 crottes produisait des résultats très proches de ceux notés pour l'analyse de 16 crottes, chiffre recommandé jusqu'alors.

Les analyses ont été réalisées par deux personnes (Josselin Boireau et Pierig Le Jeune) utilisant le même protocole et travaillant en commun pour éviter les biais d'analyses. Chaque crotte a été disséquée séparément sous loupe binoculaire (10 – 40x) pour rechercher des fragments d'insectes identifiables (Annexe 1). Les insectes ont été déterminés à l'aide d'une

collection de référence réalisée par le V.W.T., et les clés de détermination réalisées par McANEY *et al.* (1991) et DRUGMAND (2002). Les éléments identifiables collectés dans chaque crotte ont été mis sur lamelle et conservés. Les autres éléments ont été placés dans un flacon avec de l'alcool à 90°. Les échantillons référencés sont donc disponibles pour toute étude ou vérification complémentaire.

Lors de l'analyse du guano de Landeleau, nous avons trouvé trois crottes composées uniquement de restes d'arachnides. Nous avons considéré qu'elles provenaient de Murins à oreilles échancrées, dont le régime alimentaire est composé en grande partie de ces proies (ARTHUR, 2002), et qui sont présents en faible nombre dans l'essaim de grands rhinolophes de Landeleau. En conséquence, ces résultats ont été exclus de l'analyse finale.

3.2.3. Limites de l'analyse

Les analyses de fèces fournissent une bonne image du régime alimentaire mais cette méthode comporte plusieurs biais. L'un des biais quantitatifs les plus importants est la rémanence des écailles de papillons dans les intestins des chauves-souris (ROBINSON & STREBBINGS, 1993). Pour pallier ce problème nous avons considéré que les Lépidoptères étaient présents dans un guano si les écailles étaient nombreuses et associées à d'autres parties du corps des papillons (antennes...). Les risques de sous-estimation ou de surestimation d'une proie sont importants. Ainsi les parties fortement sclérifiées se conservent-elles parfaitement (tarse d'*Aphodius* par exemple) et se retrouvent-elles donc facilement durant l'analyse. En revanche, certaines proies au corps mou deviennent méconnaissables après digestion, notamment les Ephéméroptères (RABINOWITZ & TUTTLE, 1982).

Il est important de préciser qu'au cours de la collecte du guano, la physiologie des animaux et la composition de la colonie a grandement évolué. Ainsi, nous allons passer d'une population de femelles gestantes à une population de femelles allaitantes avec des jeunes immatures, puis à une population de femelles adultes et de jeunes volants. Au cours de toutes ces périodes, il est probable que d'autres animaux (femelles non gestantes, mâles adultes) s'associent, d'une manière temporaire ou permanente, à la colonie. Or tous ces groupes d'individus n'ont pas les mêmes exigences physiologiques, les mêmes techniques de chasse, etc. L'origine de l'animal

producteur de la crotte ne pouvant être identifiée, l'interprétation des résultats devra donc se faire avec précaution.

Enfin, la comparaison des résultats entre les sites est difficile car notre échantillonnage n'a pas été réalisé la même année entre les différentes colonies, les échantillonnages ne couvrent pas les mêmes périodes suivant les sites et enfin à Lopérec, le guano analysé ne concerne pas des individus reproducteurs.

Cette étude n'a jamais eu pour ambition d'être une étude fondamentale sur le régime alimentaire du Grand rhinolophe. Il s'agit bien d'une approche entomologique indicative des éléments majeurs du régime alimentaire du Grand rhinolophe réalisée sur quatre sites dans les limites matérielles et humaines du G.M.B. Les conclusions les plus fiables seront donc celles issues des analyses au sein d'une même colonie. Les conclusions de comparaisons entre colonies seront plus délicates à tirer du fait des biais nombreux.

3.2.4. Expression des résultats

Pour exprimer les résultats, nous avons utilisé le pourcentage d'occurrence c'est-à-dire le pourcentage de crottes contenant un taxon donné. D'après la bibliographie, cette méthode donne une bonne idée de l'importance relative de chaque catégorie. L'inconvénient majeur est la surestimation des proies couramment capturées mais en faible proportion dans le volume total (McANEY *et al.*, 1991).

3.2.5. Moyens humains

La réalisation de l'analyse des 708 crottes a nécessité environ 250 heures de travail. A cela, il faut ajouter le temps nécessaire à la saisie des données et l'interprétation des résultats, sans oublier les récoltes qui nécessitent temps et déplacements.

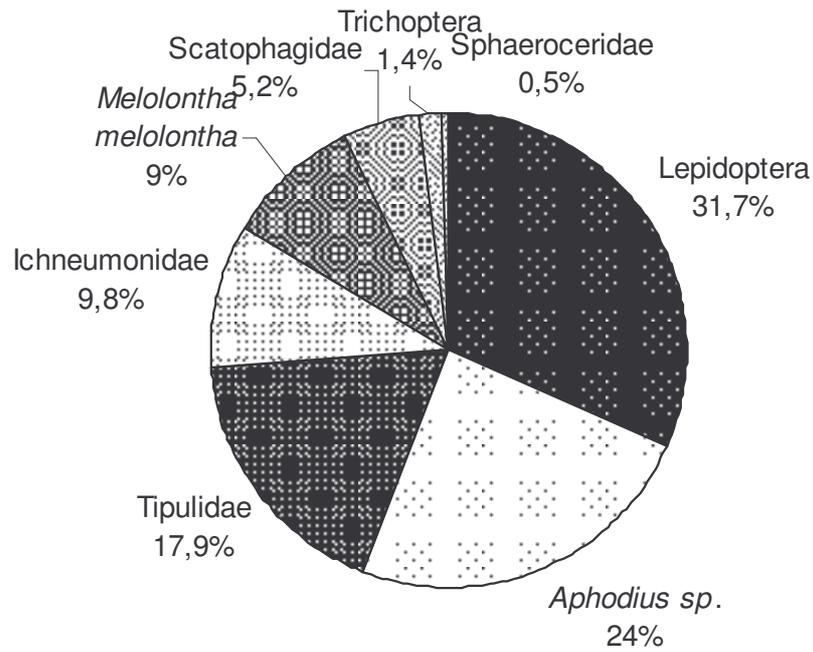


Figure 3.1. Pourcentage d'occurrence des restes d'insectes identifiés dans le guano de Grand rhinolophe collecté à l'église de Landeleau (29) de mai à septembre 2003 (crottes analysées $n = 216$).

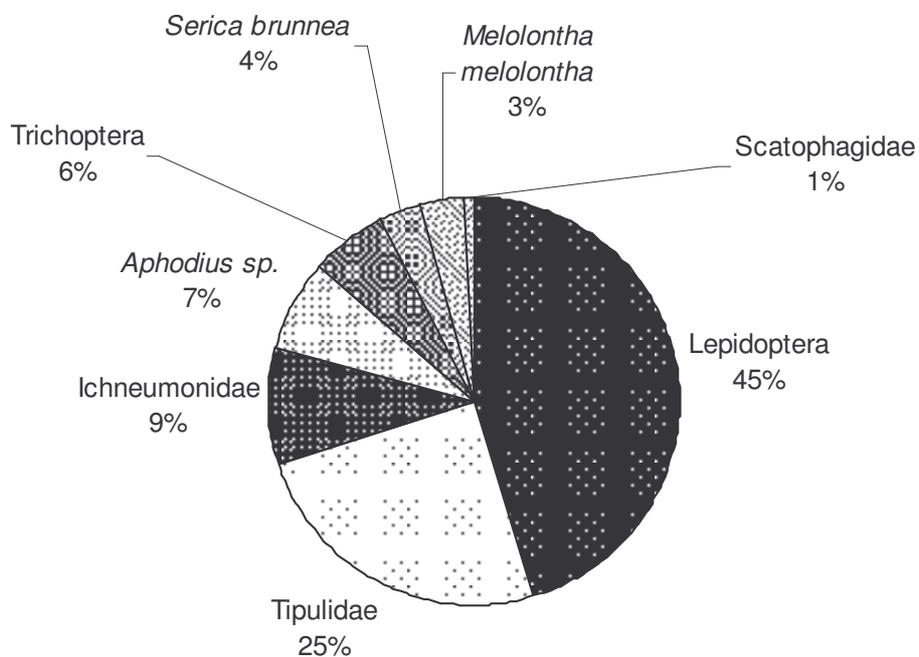


Figure 3.2. Pourcentage d'occurrence des restes d'insectes identifiés dans le guano de Grand rhinolophe collecté à l'église de Camaret (29) de mai à septembre 2004 (crottes analysées $n = 216$).

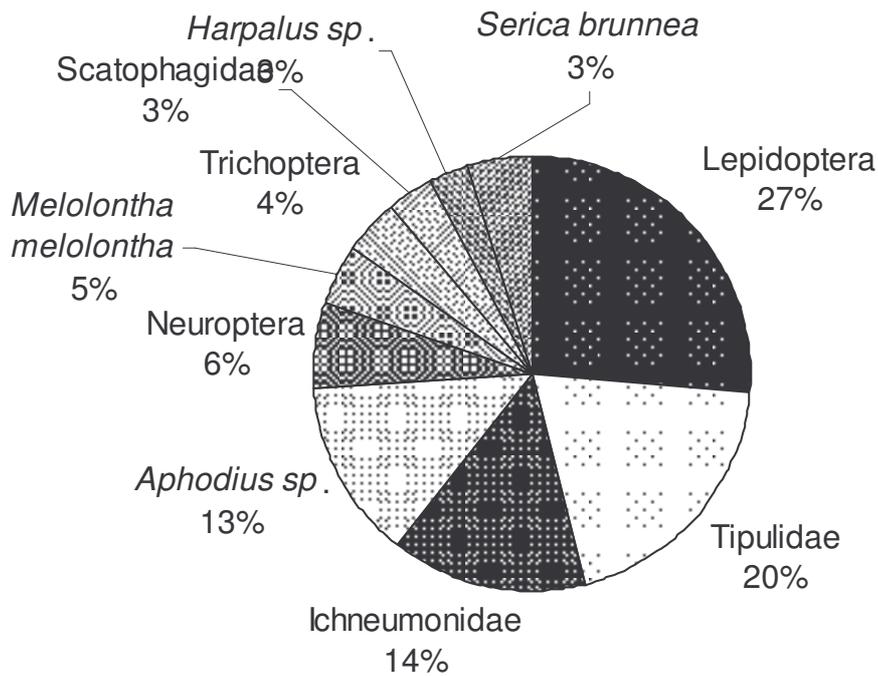


Figure 3.3. Pourcentage d'occurrence des restes d'insectes identifiés dans le guano de Grand rhinolophe collecté à l'église de Lopérec (29) de mai à août 2003 (crottes analysées $n = 168$).

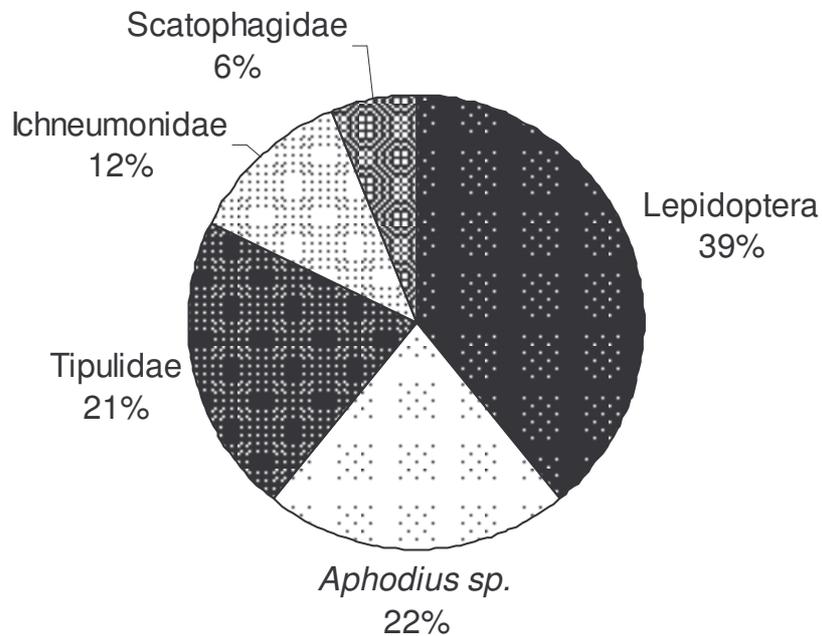


Figure 3.4. Pourcentage d'occurrence des restes d'insectes identifiés dans le guano de Grand rhinolophe collecté à la Basilique de Rumengol (29) de juillet à août 2001 (crottes analysées $n = 108$).

3.3. Résultats

3.3.1. Régime alimentaire

L'analyse de 708 crottes sur les quatre colonies étudiées a permis d'identifier onze catégories de proies consommées (Figure 3.1., Figure 3.2., Figure 3.3. et Figure 3.4.). Les proies principales sont les papillons nocturnes, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons et les Hanneçons communs *Melolontha melolontha*. D'une manière générale, ces cinq catégories représentent les occurrences des proies consommées les plus importantes pour toutes les colonies. Soulignons la prédominance des papillons qui à eux seuls occupent de 28% à 45% du régime alimentaire. Les proies secondaires (inférieur à 7% du régime alimentaire) sont les Scatophagidae, les Trichoptères, les Sphaeroceridae, les Harpalus, les Neuroptères et *Serica brunnea*.

S'il est impossible techniquement d'identifier l'espèce, on peut supposer que la majorité des *Aphodius sp.* est en fait des *Aphodius rufipes*. En effet, d'après nos observations *in situ*, cette espèce est très commune sur les bouses présentes sur la zone. Pour la même raison, on peut penser que les Lépidoptères sont en grande majorité des Noctuelles ou Géomètres (Fouillet, com. pers., Haguët, com. pers.).

Il est important de conserver à l'esprit que notre méthode d'échantillonnage connaît de nombreuses limites. Ainsi, à Rumengol, nous n'avons analysé que 108 crottes collectées en juillet et août, et à Lopérec l'analyse ne porte pas sur une colonie de reproduction mais sur des individus isolés en essaim dans les combles ou utilisant le porche de l'église comme perchoir nocturne.

Landeleau

L'analyse de 216 crottes a permis d'identifier huit catégories de proies consommées de mai à septembre 2003 (Figure 3.1.). Les proies principales sont les papillons nocturnes, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons et les Hanneçons communs. Ces cinq catégories représentent plus de 94% d'occurrence des proies consommées. Soulignons la prédominance des papillons qui à eux seuls représentent près de 32% d'occurrence.

La part des *Aphodius* (24%) est très forte par rapport aux colonies de Camaret-sur-Mer et de Lopérec (7%et 13%).

Les proies secondaires (inférieur à 7% du régime alimentaire) sont les Scatophagidae, les Trichoptères et les Sphaeroceridae.

Camaret-sur-Mer

L'analyse de 216 crottes a permis d'identifier huit catégories de proies consommées de mai à septembre 2004 (Figure 3.2.). Les proies principales sont les papillons nocturnes, les Tipules, les Ichneumons et les *Aphodius*. Ces quatre catégories représentent plus de 86% d'occurrence des proies consommées. Les papillons représentent 45 % d'occurrence. Ce taux est le plus fort observé (31,7% à Landeleau et 28% à Lopérec)

Les proies secondaires (inférieur à 7% du régime alimentaire) sont les Trichoptères, *Serica brunnea*, les Hanneçons communs et les Scatophagidae.

Lopérec

Le site de Lopérec se distingue par la diversité des proies consommées puisque l'analyse de 168 crottes récoltées de mai à août 2003 a permis d'identifier dix catégories de proies (Figure 3.3.). Les proies principales sont les papillons nocturnes, les Tipules, les Ichneumons et les *Aphodius*. Ces quatre catégories représentent plus de 76% d'occurrence des proies consommées. Les papillons représentent 28 % d'occurrence et les Tipules 21%.

Les proies secondaires (inférieur à 7% du régime alimentaire) sont les Neuroptères, les Hanneçons communs, les Trichoptères, les Scatophagidae, les Harpalus et *Serica brunnea*.

Rumengol

L'analyse de 108 crottes a permis d'identifier cinq catégories de proies consommées de juillet à août 2001 (Figure 3.4.). Les proies principales sont les papillons nocturnes, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons. Ces quatre catégories représentent 94% d'occurrence des proies consommées. Les papillons représentent 39% d'occurrence. Une proie secondaire a été observée : les Scatophagidae.

3.3.2. Phénologie des proies

La phénologie des proies consommées montre une importante variation saisonnière sur un même site (Figure 3.5., Figure 3.6., Figure 3.7. et Figure 3.8). On observe aussi des variations entre les colonies, mais ces variations sont difficiles à interpréter car les années étudiées sont différentes. En revanche, les conditions météorologiques des différents sites au moment des collectes de guano ne constitueraient pas de biais importants (RANSOME, 1996).

Landeau

- Les *Aphodius* sont consommés tout au long de la période de suivi. On observe en juillet une progression de la consommation de cette proie qui devient la proie principale au mois d'août avec une occurrence de 67 à 100%.
- Si le Hanneçon commun représente seulement 9% d'occurrence sur la période d'analyse, lors de sa période d'abondance (les deux premières semaines de mai), son occurrence est de plus de 90%.
- Les Lépidoptères présents tout au long de la période d'analyse connaissent un premier pic d'abondance à partir du mois de juin jusqu'à la mi-juillet, puis un second à la fin du mois d'août et au cours du mois de septembre. Pendant ces périodes, l'occurrence des lépidoptères dans le guano peut atteindre 100%.
- Les Tipulidés apparaissent tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence oscillant entre 8 et 75%.
- On trouve des Ichneumons tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence de 8 à 50 %.
- Les Scatophagidae sont peu consommés, sauf à la mi-mai où on observe une occurrence de plus de 33% pendant deux semaines.
- La part des Sphaeroceridae et Trichoptera est négligeable.

Camaret-sur-Mer

- Les *Aphodius* sont peu consommés et apparaissent à partir de la mi-juillet avec une occurrence maximum de 58%.
- Les Hanneçons communs sont consommés en mai et juin avec une faible occurrence (33%)

- Les Lépidoptères présents tout au long de la période d'analyse connaissent un pic d'abondance à partir de juin qui va se poursuivre jusqu'au mois de septembre avec une occurrence proche de 100%.
- Les Tipulidés apparaissent tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence oscillant entre 0 et 92%. Leur consommation est très importante en mai (92%) puis va diminuer jusqu'en juillet et août avant de progresser à nouveau et atteindre 92% en septembre.
- On trouve des Ichneumons tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence de 8% à 58%.
- La part des Scatophagidae est négligeable.
- Les Trichoptères connaissent un pic de consommation au mois de mai et représentent près de 60% des proies consommées à ce moment.
- *Serica brunnea*, est consommé de la fin du mois de juin à la mi-juillet.

Lopérec

- Les *Aphodius* sont consommés de juillet à août avec une occurrence de 8% à 42%.
- Les Hannetons communs sont consommés en mai, avec une occurrence de 8% à 25%, mais on retrouve encore cette espèce dans le régime alimentaire en dehors de sa période normale d'abondance à savoir en juin et juillet.
- Les Lépidoptères sont présents durant toute la période analysée avec une occurrence d'environ 50% de juin à la fin août et un pic d'abondance à la mi-juin de 100% d'occurrence.
- Les Tipulidés apparaissent tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence importante en mai (de 58% à 100%). A partir de la mi-juin la consommation de Tipules va diminuer et passer de 83% à 8% d'occurrence pour se stabiliser jusqu'à la fin du mois d'août entre 8 % et 17 %.
- Les Ichneumons sont présents tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence de 8% à 58%.
- Les Neuroptères sont présents durant toutes la période analysée avec une occurrence faible entre 8% et 25%.
- *Serica brunnea* est consommé au cours du mois de juillet avec une occurrence d'environ 25%.
- La part des Trichoptères, Scatophagidae et Harpalus est négligeable.

Rumengol

Durant la période d'analyse, qui ne couvre que les mois de juillet et août, nous avons observé les éléments suivants :

- Les *Aphodius* sont présents durant toute la période analysée. Leur consommation connaît une augmentation croissante passant de 17% à 75% au cours des deux mois de suivi.
- Les Lépidoptères sont présents durant toute la période analysée. L'occurrence notée est stable (67%) au cours du mois de juillet avant de commencer à décroître en août avec une occurrence de 33% l'avant-dernière semaine d'août. La dernière semaine d'août, on observe une augmentation de la consommation de lépidoptères avec une occurrence de 100%
- Les Tipulidés apparaissent tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence légèrement décroissante au cours des deux mois de suivi passant de 50% à 33%.
- Les Ichneumons sont présents tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence de 8% à 25%.
- Les Scatophagidae sont présentes tout au long de la période d'analyse, avec une occurrence de 8% à 25%. Ils sont toutefois moins consommés que les Ichneumons.

3.4. Discussion

Au cours de notre travail d'étude du guano, nous avons analysé 59 lots de 12 crottes en provenance de quatre colonies de grands rhinolophes finistériennes, soit au total 708 crottes. Ce travail a permis d'identifier onze types de proies. Si on observe une base alimentaire commune aux quatre sites étudiés (Lépidoptères, *Aphodius sp.*, Tipules et Ichneumons), on note aussi des phénologies de proies parfois différentes et une consommation d'espèces secondaires qui peut aussi varier. Il nous semble pertinent de considérer que le Hanneton commun est aussi une proie principale car à Landeleau, nous avons observé une occurrence de cette espèce de plus de 90% au mois de mai.

Comme nous l'avons déjà exprimé dans l'introduction de ce chapitre, cette technique d'étude induit de nombreux biais. Elle reste toutefois une méthode pertinente pour appréhender le régime alimentaire des chiroptères. A titre d'exemple, on peut citer l'expérience de KUNTZ & WHITAKER (1983) : des insectes ont été donnés en nourriture par le premier auteur à des chauves-souris, dont les crottes ont ensuite été confiées au deuxième pour analyse. Les résultats ont mis en évidence les quatre taxons dominants le régime, avec des valeurs en % d'occurrence et en % de volume proches de la réalité. Nos résultats sont comparables à ceux déjà enregistrés dans des travaux similaires, notamment les études britanniques (Duvergé, com. pers.). De plus, nos conclusions sur l'utilisation des milieux en chasse sont parfaitement compatibles avec les espèces d'insectes observés dans le régime alimentaire. Enfin, les travaux de RANSOME (1996) montrent que le régime alimentaire du Grand rhinolophe ne varie guère d'une année à l'autre, quelles que soient les conditions météorologiques. Donc, même si l'interprétation de nos résultats nécessite de conserver le recul nécessaire à toute analyse scientifique, nos observations donnent une image fiable du régime alimentaire des colonies de grands rhinolophes dans le Finistère.

Composition du régime alimentaire

Le travail que nous avons mené montre que le Grand rhinolophe consomme plutôt des proies de grande taille (> 1,5 cm) avec une prédominance des Lepidoptera, *Aphodius*, Tipulidae, Ichneumonidae et Hanneton commun comme proies principales (Figure 4.1., Figure 4.2., Figure 4.3. et Figure 4.4.). Ces différentes catégories sont associées dans le régime alimentaire à sept autres types de proies : les Scatophagidae, les Trichoptères, les

Sphaeroceridae, les Harpalus, les Neuroptères et *Serica brunnea*. Ces espèces sont plus rares dans le régime alimentaire et constituent des proies secondaires.

Il est intéressant de comparer nos résultats à ceux déjà obtenus par d'autres chercheurs. Ainsi la proportion des proies principales observées est-elle comparable à celle observée par l'ensemble des auteurs ayant mené des études sur le régime alimentaire du Grand rhinolophe : JONES (1990), DUVERGÉ & JONES (1994), LUGON (1996), RANSOME (1996), BECK *et al.* (1997), RANSOME (1997). L'étude menée par PIR (1994) diverge légèrement de tous ces résultats par une importante occurrence des trichoptères (35%). Nos résultats indiquent que les Trichoptères sont des proies secondaires. Seules les observations de Camaret-sur-Mer laissent apparaître une consommation importante de ces proies au mois de mai. RANSOME (*op. cit.*), qui a réalisé l'analyse simultanée du régime alimentaire de huit colonies, indique que la consommation des Trichoptères est importante uniquement au printemps ou à l'automne, mais surtout dans des gîtes situés près de lacs ou de grandes rivières. La proximité immédiate de la colonie de Landeleau avec la rivière l'Aulne aurait laissé supposer que les grands rhinolophes consomment aussi des Trichoptères. L'absence de cet ordre en quantité dans nos résultats sur ce site est peut-être tout simplement liée aux périodes de collecte du guano. Ainsi dans l'étude de RANSOME (*op. cit.*), les Trichoptères présentent-ils une occurrence forte (15 à 30%) dans les échantillons collectés de la mi-avril à début mai et de la fin du mois de septembre à début octobre. Or, il s'avère que nous n'avons pas de résultats pour ces périodes. De la même manière, la présence des Géotrupes n'a pas été notée ici alors que cette espèce est régulièrement consommée en Angleterre par les grands rhinolophes. Cette absence s'explique probablement là aussi par la période d'étude qui ne couvre pas celle d'abondance de ce genre dans le régime alimentaire du Grand rhinolophe (avril et octobre). Enfin, à Camaret-sur-Mer, lors du suivi des sites d'hivernage, nous trouvons fréquemment des restes de carapaces de Minotaures *Typhoeus typhoeus* sous les essaims de grands rhinolophes (obs. pers.). Cette espèce est active de septembre à avril et à nouveau nous ne l'avons pas trouvée lors de l'analyse du guano.

Phénologie des proies

Les périodes d'apparition et de disparition des insectes proies dans le régime alimentaire sont directement liées aux périodes de présence de ces espèces dans les milieux naturels. En conséquence il est logique que la phénologie de la consommation d'une proie donnée soit proche entre différentes colonies d'une même région. En revanche, on constate que pour une

même proie, son occurrence dans le régime alimentaire peut être très variable entre les colonies (Figure 3.5., Figure 3.6., Figure 3.7. et Figure 3.8) :

- Ainsi à Landeleau, contrairement aux autres sites, jusqu'au début du mois de juin, les Hannetons sont-ils très présent dans le régime alimentaire. Puis, on observe jusqu'à la mi-juillet une consommation massive de Lépidoptères.

Ces derniers sont remplacés peu à peu dans le régime alimentaire par les *Aphodius* jusqu'à la fin du mois d'août. A ce moment, les Lépidoptères deviennent à nouveau les proies principalement consommées. Ce phénomène est aussi observé à Rumengol et dans une moindre mesure à Lopérec. Par contre à Camaret-sur-Mer, la consommation des Lépidoptères est très forte durant tout l'été et celle des *Aphodius* reste peu importante, ceci s'explique très certainement pas la composition de la colonie (voir ci-après).

- A Landeleau, Camaret-sur-Mer et Rumengol, les périodes où l'occurrence des Tipules est la plus importante correspondent aux moments où l'une des proies principales du moment (Hannetons, Lépidoptères et *Aphodius*) devient moins abondante. Il est à noter que la consommation de Tipules à Camaret-sur-Mer est relativement importante durant toute la période d'étude.

- Nous observons un phénomène de report de pression de chasse, mais moins accentué, avec les Ichneumons et les Scatophagidés. Ainsi à Landeleau, en juillet, note-t-on un pic de consommation des Ichneumons au moment du passage de la consommation de Lépidoptères à celle d'*Aphodius*. On note aussi ce phénomène à Camaret-sur-Mer avec *Serica brunnea* qui connaît un pic d'abondance au moment du passage de la consommation de Tipules à celle de Lépidoptères. Les grands rhinolophes consommeraient donc ces proies (Tipules, Ichneumons, Scatophagidés et *Serica brunnea* à Camaret-sur-Mer), un peu moins grosses et donc probablement moins énergétiques, par défaut, lors de la diminution des proies-clés. Le fait que ces espèces fassent aussi l'objet d'une consommation régulière est très certainement lié à la fréquentation des mêmes milieux que les proies-clés, essentiellement boisements et prairies pâturées. Nos observations sont comparables à celles de RANSOME (1996) en Angleterre, qui indique que la consommation de petites proies (Diptères et Ichneumonidés) augmente lorsque les proies favorites (papillons de nuit et coléoptères) font défaut, lors de conditions météorologiques défavorables par exemple.

Phénologie des proies et état biologique des grands rhinolophes

En dehors du site de Lopérec où la colonie de mise bas n'était pas installée, l'étude du régime alimentaire que nous avons menée couvre trois périodes clés pour la reproduction des animaux :

- de mai à la mi-juin : gestation,
- de mi-juin à mi-août : naissance et élevage des jeunes,
- mi-août à fin septembre : sevrage des jeunes.

Si la lecture de nos résultats en fonction de l'état biologique des animaux est séduisante, il ne faut surtout pas oublier qu'il est impossible de connaître l'animal producteur de la crotte. Il est donc nécessaire de garder à l'esprit que les résultats concernent la colonie et non une catégorie d'animaux. En effet, à tout moment de la période estivale, on trouve simultanément dans une colonie des individus au statut biologique différent : femelles avec jeune, femelles sans jeune, femelles gravides, juvéniles, juvéniles sevrés, mâles isolés...

Cependant, nos résultats montrent que :

- Durant la période de gestation, les colonies consomment principalement des Hannetons, Tipules et Scatophagidés à Landeleau, des Tipules, des Ichneumons et *Serica brunnea* à Camaret-sur-Mer.
- Au moment des premières naissances, au début du mois de juin (obs. pers.), les colonies chassent essentiellement des Lépidoptères.
- Par la suite, à partir du début du mois de juillet, soit au moment de l'élevage des jeunes, le régime alimentaire des colonies de Landeleau et Rumengol évolue. Ainsi, les *Aphodius* deviennent progressivement les proies principales. A Camaret-sur-Mer, les lépidoptères restent la proie principale. Il est possible que cette stabilité soit liée au faible taux de natalité (seulement 28 jeunes pour 222 femelles, voir Figure 2.2.). En effet, l'analyse du guano a été faite d'une manière indifférenciée entre jeunes et adultes et RANSOME (1996) observe que les jeunes commencent à chasser à l'âge de 29 jours et qu'à ce moment-là, ils adoptent un régime alimentaire totalement différent de celui des adultes. Ainsi les mères consomment-t-elles 94% de papillons de nuits, alors que les jeunes consomment 90% d'*Aphodius rufipes* (résultats en % de volume). Cette spécialisation serait liée à la facilité de capture de cette proie peu mobile. Il est donc possible que la stabilité des Lépidoptères et la faible consommation des

Aphodius au moment de l'élevage des jeunes à Camaret-sur-Mer s'expliquent par un faible taux de natalité.

- A partir de la fin du mois d'août, les jeunes sont expérimentés et les animaux commencent à faire leur réserve de graisse brune nécessaire à l'hibernation. A cette période, les papillons de nuit redeviennent les proies principales pour l'ensemble des individus des colonies de Landeleau et Rumengol. Ils restent une des proies principales à Camaret-sur-Mer.

Phénologie des proies et utilisation de l'habitat

Les résultats d'analyse du régime alimentaire sont tout à fait compatibles avec nos conclusions concernant les terrains de chasse (Tableau 3.1.). Ainsi les proies-clés appartiennent-elles à des catégories d'insectes qui sont étroitement liées aux milieux sélectionnés positivement par les grands rhinolophes. Nous y retrouvons les Lépidoptères, Hannetons, Ichneumons, et Neuroptères dans les boisements, les *Aphodius*, Tipules, Scatophagidés, Spharocécidés et Harpalus dans les prairies pâturées et milieux herbacés, et les Trichoptères près des cours d'eau (CHINERY, 1986). Par opposition, les milieux sélectionnés négativement par les grands rhinolophes sont généralement peu propices aux insectes proies de l'espèce.

Camaret-sur-Mer et, dans une moindre mesure, Lopérec semblent présenter une spécificité. Ainsi *Serica brunnea*, espèce trouvée sur ces deux sites, est-il un petit hanneton qui se reproduit sur les sols sablonneux. Il est donc possible que la colonie de Camaret-sur-Mer exploite les cordons dunaires et celle de Lopérec des petites zones sablonneuses. Dans le cas de Camaret-sur-Mer, cette hypothèse est confortée par la présence régulière de restes de Minotaures sous les reposoirs de Grand rhinolophe en Presqu'île de Crozon. Or, ce coléoptère se reproduit dans des milieux sablonneux notamment les dunes où les larves et les adultes se nourrissent de crottes de lapins.

Sélection des proies

Comme dit plus haut, nous n'avons pas réalisé d'étude entomologique permettant de connaître la disponibilité en proies des milieux autour des sites d'étude. Il nous est donc impossible de définir clairement la stratégie de sélection des proies par les grands rhinolophes (sélective ou opportuniste).

Toutefois, nous avons pu observer que la phénologie des proies laisse apparaître des variations saisonnières dans le régime alimentaire du Grand rhinolophe. On peut supposer que ces variations sont en relation avec la disponibilité des proies et leurs périodes d'abondance (CHINERY, *op. cit.*) dans les différents milieux. Nos observations nous amènent à penser que le Grand rhinolophe exercerait une sélection positive sur les grosses proies quels que soient les taxons. Ceci reste relatif, car les *Aphodius*, proies-clés, mesurent en France de 2 à 13 mm (10 mm pour *Aphodius rufipes*).

Les différentes études publiées divergent sur la sélection alimentaire du Grand rhinolophe. Ainsi JONES (1990) suggère-t-il que le Grand rhinolophe aurait un régime alimentaire sélectif : le Grand rhinolophe consommerait essentiellement des proies de grande taille qu'il ramènerait à un perchoir pour les décortiquer avant ingestion. Cette hypothèse est reprise par DUVERGÉ (1997). A l'opposé, LUGON (1996) penche plutôt pour un régime alimentaire non sélectif : le Grand rhinolophe pratiquerait une exploitation opportuniste selon les concentrations d'insectes. Ces différentes thèses sont étayées, notamment, par la comparaison du régime alimentaire avec la disponibilité en proies dans les milieux, par le fait que le type de sonar des grands rhinolophes permettrait une classification des proies (VON DER EMDE & SCHNITZLER, 1990) et par le comportement de chasse de l'espèce (chasse à l'affût), qui permet une discrimination fine des proies (BARCLAY & BRIGGHAM, 1994).

3.5. Conclusion

L'analyse du régime alimentaire des colonies finistériennes de reproduction de grands rhinolophes de Landeleau, Camaret-sur-Mer, Rumengol et de la colonie ne présentant pas de naissances de Lopérec en période estivale permet de montrer :

- l'importance de plusieurs proies-clés pour l'espèce : les Lépidoptères, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons et les Hanneçons communs. L'exploitation de ces proies connaît une variation importante au cours de l'étude. Au moment de l'élevage des jeunes, où la population est la plus sensible, ce sont les Lépidoptères et les *Aphodius* qui constituent les proies principales,
- l'importance des proies secondaires (Scatophagidae, les Trichoptères, les Sphaeroceridae, les Harpalus, les Neuroptères et *Serica brunnea*). Elles servent de palliatif transitoire, lors de la disparition ou de la raréfaction des proies principales,
- si à première vue, on semble observer des variations entre le régime alimentaire des différentes colonies de reproduction, une lecture détaillée permet de montrer au contraire que les colonies de reproduction finistériennes semblent avoir un régime alimentaire assez proche,
- les résultats de Lopérec montrent que les animaux non reproducteurs consomment une plus grande variété de proies et que la phénologie de l'apparition de ces proies dans le régime alimentaire est différente de celle observée dans les colonies de reproduction,
- la découverte de *Serica brunnea* dans le régime alimentaire de la colonie de Camaret-sur-Mer et de Lopérec semble indiquer que les grands rhinolophes chassent sur des zones sablonneuses, les cordons dunaires par exemple. Cette hypothèse est confortée par l'observation de restes de Minotaures, espèce liée aux milieux sablonneux, sous les repositoires de Grand rhinolophe en Presqu'île de Crozon. L'utilisation de ce type de milieu était, jusqu'à présent, inconnue chez cette espèce.

Ces résultats complètent les informations obtenues par le suivi télémétrique mené en 2003 et 2004 à Landeleau (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a). Ils identifient les insectes recherchés et consommés par les grands rhinolophes, ainsi que l'évolution de leur consommation au cours de la saison estivale.

L'importance vitale des boisements et des prairies riches en insectes est confirmée puisque la plupart des proies observées sont liées à ces milieux. De plus, la diversité des milieux s'avère vitale puisqu'elle garantit aux grands rhinolophes la présence de proies de substitution entre les phases d'émergence des proies-clés.

Il apparaît donc clairement que l'existence et le maintien de colonies de grands rhinolophes dépendent de l'existence autour des colonies d'une mosaïque de boisements, prairies, cours d'eau et jardins, où les animaux trouvent leurs proies tout au long de l'année et quelles que soient les conditions météorologiques. Ces milieux doivent pouvoir fournir une biomasse importante et saine (indemnes de contamination par les biocides). Afin de maintenir le pouvoir d'accueil des grands rhinolophes, ces milieux nécessitent la mise en place d'actions conservatoires locales et régionales.

Nos résultats suggèrent, bien que nous ne puissions l'affirmer avec certitude, que le Grand rhinolophe exerce une sélection positive sur les grosses proies (Lépidoptères, Hannetons, Tipules...) quels que soient les taxons.

Tableau 4.1. Présentation des différents taxons rencontrés durant l'étude. D'après CHINERY (1986). P.A. = Période d'activité principale. Elle est notée ici à titre indicatif, en effet, elle est variable en fonction des espèces.

Taxon	Taille du corps (mm)	P.A.	Milieu	Photos
Papillons nocturnes (très nombreuses espèces).	10 à 30	V à VIII	Boisements de feuillus, zone bocagères avec prairies naturelles.	
<i>Aphodius sp.</i> <i>A. rufipes</i>	11 à 13 pour <i>A. rufipes</i>	VI à X	Prairies pâturées. Les larves se nourrissent d'excréments d'herbivores.	
Tipulidae	10 à 20	V à X	Prairies. Les larves se nourrissent des racines des plantes.	
Ichneumonidae	15 à 17	Toute l'année	Les ichneumons parasitent principalement les lépidoptères.	
<i>Melolontha melolontha</i>	25 à 27	V à VI	Les larves se nourrissent de racines.	
Géotrupes	16 à 23 pour <i>G. stercorarius</i>	VIII à II	Les larves se développent dans les bouses.	

4. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA BIOLOGIE DES PROIES CLÉS ET LES MOYENS DE LES FAVORISER

4.1. Introduction

L'analyse du régime alimentaire des colonies finistériennes de grands rhinolophes de Landeleau, Camaret-sur-Mer, Lopérec et Rumengol nous a permis de montrer l'importance pour l'espèce de cinq proies-clés : les papillons nocturnes, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons et les Hanneçons communs *Melolontha melolontha* (Chapitre 3). La bibliographie indique qu'une autre espèce peut être consommée d'une manière importante : les Géotrupes (JONES, 1990, DUVERGÉ & JONES, 1994, LUGON, 1996, RANSOME, 1996, BECK *et al.*, 1997, RANSOME, 1997). L'absence de cette espèce de nos résultats est très probablement liée aux dates de collectes des échantillons (Chapitre 3).

L'existence de ces proies en nombre suffisant autour des colonies de grands rhinolophes est vitale pour cette espèce. Il est donc nécessaire de mettre en place des mesures de gestion favorables à ces insectes.

Dans le cadre d'un plan d'action pour les grands rhinolophes britanniques, RANSOME (1996) a réalisé une synthèse bibliographique (en anglais) sur la biologie des insectes proies du Grand rhinolophe et sur les moyens de favoriser leur existence. Afin de proposer des mesures favorables aux proies-clés du Grand rhinolophe, nous nous sommes appuyés sur ce travail en traduisant et adaptant aux conditions locales les extraits qui nous semblent les plus importants.

Les pages suivantes présentent par taxons (Tableau 4.1.) des recommandations pour favoriser les proies du Grand rhinolophe en fonction de la synthèse de RANSOME (*op. cit.*). Nous avons intégré les Géotrupes dans cette synthèse puisque ces espèces constituent aussi, très certainement, des proies-clés pour les grands rhinolophes finistériens.

Ces mesures seraient à mettre en place dans un rayon minimum de 3,5 km autour des gîtes (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a), voire plus si possible.

4.2. Papillons de nuits (Rhopalocères)

Facteurs influençant les densités de papillons de nuit

TAYLOR *et al.* (1978) ont examiné la relation entre différents habitats sur le nombre et la diversité des espèces de papillons de nuit, en utilisant des données issues de pièges lumineux de 172 sites de Grande-Bretagne sur plusieurs années. Une série de sites du nord et du sud de la Grande-Bretagne ont été classés en plusieurs catégories, de l'habitat boisé à l'habitat urbain (bois, jardins, terre arable, zone urbaine).

Ils ont montré que le nombre de papillons variait de façon spectaculaire du millier à la centaine selon ces catégories. L'indice de diversité était plus stable, mais montrait également une diminution, particulièrement dans le sud. La principale conclusion de ces résultats était la similarité de l'abondance des espèces entre tous des sites boisés, et la grande différence entre ceux-ci et les sites agricoles. Ceci a souvent été expliqué par la raréfaction des plantes hôtes pour les larves dans le cas des espèces de papillons sédentaires.

WARING (1989) a montré que les plantations de conifères et les zones de jeunes taillis abritaient des populations de papillons moins importantes que les taillis denses de feuillus des zones adjacentes. Cette différence est probablement plus importante en réalité que celle détectée car WARING (*op. cit.*) a corrigé ses données en se basant sur les travaux de BOWDEN & MORRIS (1975) qui supposent que le piège lumineux exerce son attraction sur une large zone. D'autre part, WARING (*op. cit.*) considère que la disponibilité en perchoirs adéquats est une explication probable du grand nombre de *Noctua pronuba* qu'il a trouvés en 1984 dans les zones boisées embroussaillées. Ainsi, la densité de papillons disponibles pour les chauves-souris serait déterminée par :

- la capacité physique d'un milieu à offrir des aires de repos temporaires, attractives pour les papillons en déplacements,
- la capacité biologique d'un milieu à produire lui-même une population de papillons.

Exigences des principales espèces-proies de papillons de nuit

Hormis les habitats de repos nécessaires aux papillons adultes, le milieu doit fournir les conditions favorables à la réalisation de l'ensemble du cycle vital. L'éventail des plantes hôtes des chenilles de papillons nocturnes est très vaste : plantes herbacées basses telles que pissenlit, diverses graminées, espaces boisés, plantes herbacées de sous-bois... La diversité en

espèces de papillons nocturnes est donc directement liée à la diversité végétale comme à la diversité des strates présentes (BLAB *et al.*, 1988).

En zone urbaine, les lumières permanentes qui attirent les papillons nocturnes les détournent de leur objectifs de reproduction (BLAB *et al.*, *op cit.*).

Objectifs de gestion pour le maintien de fortes densités de papillons de nuit aux environs des gîtes du Grand rhinolophe.

Pour favoriser les populations de lépidoptères, diverses mesures doivent être mises en place. Il est impératif de les encourager par des contrats individuels spécifiques cohérents, réellement incitatifs, sans lourdeur administrative :

1. L'urbanisation doit prendre en compte la présence des colonies de grands rhinolophes.

Il est nécessaire de:

- a. Maintenir tous les corridors boisés existants, les vallons humides et boisés et les haies de feuillus pour relier les colonies à leurs terrains de chasse,
 - b. Créer de nouveaux corridors de boisements de feuillus (allées, haies...),
 - c. Gérer les espaces verts en supprimant les biocides, en privilégiant les espèces végétales indigènes et en adoptant des calendriers et des hauteurs de coupes favorisant l'entomofaune,
 - d. Encourager les propriétaires privés à entretenir leur jardin de la même manière.
 - e. Limiter les éclairages publics de fortes puissances dans les zones rurales et à proximité des milieux naturels. Préférer l'usage de lampes à vapeur de Sodium haute pression moins attractives pour les insectes.
2. Quel que soit le type d'agriculture (intensive, durable, biologique...), il est nécessaire de :
 - a. Maintenir ou recréer des réseaux de haies et de talus boisés de feuillus indigènes,
 - b. Gérer ces haies et talus sans utiliser de biocides.
 3. Encourager les plantations de boisements de feuillus extensifs sur plus de la moitié de la surface de la zone de subsistance de la colonie. Remplacer progressivement les plantations de conifères, au fur et à mesure de leur exploitation, par des feuillus gérés en futaies irrégulières. Ces boisements devraient être pénétrés et parcourus par des allées herbacées et entourés par des zones de prairies permanentes adjacentes au gîte,

4. Conserver impérativement tous les vieux boisements semi-naturels de feuillus dans la zone de subsistance de la colonie.

4.3. *Aphodius rufipes*

Aphodius rufipes est la principale espèce du genre *Aphodius* consommée par le Grand rhinolophe, particulièrement par les jeunes, alors qu'on dénombre 19 espèces en Angleterre (DENHOLM-YOUNG, 1978) et 60 dans le grand Ouest de la France (Fouillat, com. pers.). Or, nombre de ces autres espèces sont très communes. Cette sélection apparente semble due à la conjonction de plusieurs caractéristiques. Il s'agit d'une espèce de grande taille (longueur : 10-13 mm poids : 93 mg, poids sec : 30 mg), et donc d'une proie énergétiquement rentable. La plupart des espèces d'*Aphodius* mesure moins de 8 mm de long et pèse moins de 15 mg en poids sec. Il s'agit de plus d'une des rares espèces d'*Aphodius* réellement nocturnes (LANDIN, 1961) et elle vole toute la nuit si la température ambiante le permet (plus de 9°C). *A. rufipes* est abondant dans les prairies à la fin de l'été avec plus de 63 adultes par bouse de vache non vermifugée et une moyenne d'environ 100 larves par bouse de vache non vermifugée (HOLTER, 1975). Enfin, c'est une espèce commune des boisements d'Europe (HANSKI, 1979). Bien qu'il s'agisse d'une proie saisonnière, *Aphodius rufipes* est habituellement disponible en grand nombre pour le Grand rhinolophe de fin juillet à octobre, avec d'ordinaire un pic début août. A cette période, les jeunes chauves-souris commencent à chasser et recherchent des proies faciles à capturer. Les femelles quant à elles sont dans le dernier tiers de leur période d'allaitement et donc souvent fatiguées, voire épuisées. Ainsi, la présence d'*Aphodius rufipes* constitue une ressource alimentaire de sécurité si les rhopalocères, proies préférées des mères, et les tipules sont tous deux en faible densité. Cela peut se produire lors des étés froids et humides.

Facteurs influençant les densités en *Aphodius rufipes* adultes

L'abondance potentielle d'*Aphodius rufipes* est probablement liée à sa capacité à se nourrir d'excréments de différents herbivores (par ordre de préférence : bovins, équins, ovins) et au fait qu'il consomme ces excréments dans un large spectre d'habitats, des « *open fields* » aux forêts denses (LANDIN, *op. cit.*). Ceci lui confère une protection considérable contre les accidents climatiques. Lors des sécheresses, les habitats ombragés lui servent de refuge. Ceci permet la survie des adultes et le succès du développement des larves. Lors des sécheresses fortes et prolongées, les larves peuvent mourir dans les bouses quel que soit l'habitat. La

survie des adultes implique alors un enfouissement dans le sol. Les adultes ne meurent pas, mais la reproduction est reportée parfois jusqu'à plus de deux mois, comme ce fut le cas en Suède en 1959 (LANDIN, *op. cit.*). Pendant les épisodes pluvieux intenses et prolongés, les bouses sont lessivées dans les habitats ouverts, ce qui tue les larves, mais elles restent intactes dans les forêts (LANDIN, 1961). De fortes densités d'*Aphodius rufipes* sont conditionnées par de fortes densités d'excréments d'herbivores brouteurs. En effet, cette espèce se nourrit exclusivement sur des excréments frais dans lesquels elle vit un ou deux jours. La présence permanente d'herbivores brouteurs, spécialement le bétail, doit donc être garantie à proximité des gîtes de parturition de Grand rhinolophe (moins de 1km) pour assurer la croissance des jeunes.

L'ivermectine est une molécule utilisée dans le traitement anti-parasitaire des bovins. Il est prouvé que son usage a des conséquences sur les populations d'*Aphodius* (CAROFF *et al.*, 2003). Ainsi, il est démontré que si les adultes de coléoptères et de diptères étudiés semblent relativement peu affectés par le traitement, les larves subissent en revanche des conséquences graves : la présence d'ivermectine dans les bouses entraîne une absence d'émergence des diptères (les plus touchés) pendant plusieurs semaines suivant l'administration du produit. Les larves de coléoptères réapparaissent à partir du vingt-et-unième jour, mais en quantités très faibles. Quarante-deux jours après le traitement, les bouses des animaux traités contiennent encore beaucoup moins de larves que les bouses témoin (STRONG & WALL, 1994, étude menée sur les *Aphodius*). Mais, si les larves de coléoptères semblent réapparaître plus rapidement, elles sont en fait dans l'impossibilité de se développer : l'ivermectine affecte non seulement leur bouche, les empêchant de se nourrir, mais elle bloque aussi la neurotransmission (entre les neurones moteurs et les organes) et la reproduction, pendant au moins quatre semaines après le traitement. Ce sont les effets sub-létaux. Selon Lumaret (com. pers.), la moxidectine est beaucoup moins toxique pour les invertébrés non cibles, particulièrement pour les diptères, et elle n'affecte ni la fécondité ni le taux d'émergence des scarabéidés coprophages. La plupart des auteurs ont montré les effets sub-létaux de l'ivermectine sur les larves de coléoptères et de diptères étudiés, affectant la nutrition et la reproduction et condamnant donc une génération d'insectes. Enfin, les différents auteurs ont montré que les effets de l'ivermectine sur les organismes coprophages non cibles sont renforcés par l'attractivité supérieure des bouses des animaux traités, particulièrement « odorantes ».

Tableau 4.2. Produits alternatifs à l'ivermectine pour les bovins viande (ou génisses ou vaches tarées) d'après une synthèse fournie par DESCOTES (G.D.S. Jura), *In CAROFF et al., 2003*. Ces produits alternatifs sont donnés pour exemple mais peuvent être amenés à changer d'appellation ou de nom commercial. Une étude fine des produits doit donc être faite pour chaque cas ou territoire avec les acteurs locaux (vétérinaires, agriculteurs).

Produit utilisé	Principes actifs	Spectre d'activité	Médicaments alternatifs (plusieurs choix et compléments à associer)	Principes actifs	Spectre d'activité
Ivomec SR Bolus	Ivermectine	Strongles, Ectoparasites (puces, poux, ...) Varron	Farminthic répidose Ou Paratec-Flex Ou Panacur bolus Associés à Akorfly, Acadrex, Butox, Ectotrine, Versatine, etc...	Oxfendazole Morantel Fenbendazole Cyperméthrine ou équivalents	Strongles Strongles digestifs Strongles Ectoparasites (puces, poux, mouches, gales)
Ivomec solution injectable (voie sous cutanée)	Ivermectine	Strongles, Ectoparasites (puces, poux...) Varron	Levamisole Ou Panacur Ou Synanthic Ou Rintal Associés à Akorfly, Acadrex, Butox, Ectotrine, Versatine, etc...	Levamisole Fenbendazole Oxfendazole Febentel Cyperméthrine ou équivalents	Strongles Strongles + taenia des bovins Strongles + taenia des bovins Strongles + taenia des bovins Ectoparasites (puces, poux, mouches, gales)
Ivomec On Ou Eorinex On	Pour- Ou Eprinomectine	Strongles, Ectoparasites (puces, poux...) Varron	Nemisol transcutané ou Ripercol Associés à Akorfly, Acadrex, Butox, Ectotrine, Versatine, etc...	Levamisole Cyperméthrine ou équivalents	Strongles Ectoparasites (puces, poux, mouches, gales)
Ivomec (solution injectable cutanée)	D Ivermectine et Clorsulon	Strongles Ectoparasites (puces, poux,...) Varron + Grands douve adulte	Levamisole Ou Panacur Ou Synanthic Ou Rintal Associés à Dovenix ou Flukiver Et Akorfly, Acadrex, Butox, Ectotrine, Versatine, etc... Ou Iména ou équivalents Associés à Akorfly, Acadrex, Butox, Ectotrine, Versatine, etc...	Levamisole Fenbendazole Oxfendazole Febentel Nitroxinil ou Closentel Cyperméthrine ou équivalents Levamisole et Bithoniol sulfoxide Cyperméthrine ou équivalents	Strongles Strongles + taenia des bovins Strongles + taenia des bovins Strongles + taenia des bovins Douve Ectoparasites (puces, poux, mouches, gales) Strongles et Douve Ectoparasites (puces, poux, mouches, gales)

Objectifs de gestion pour le maintien de fortes densités d'*Aphodius rufipes* aux environs des gîtes du Grand rhinolophe.

Pour favoriser les populations d'*Aphodius rufipes*, plusieurs éléments sont à mettre en œuvre. A nouveau, il est nécessaire d'insister sur le fait que la mise en place de ces actions doit se réaliser par le biais de contrats réellement incitatifs, spécifiques, individuels et dépourvus de lourdeurs administratives. Ainsi, il est nécessaire de :

1. Promouvoir le développement et le maintien de prairies permanentes pâturées dans un rayon de 1km autour des colonies de grands rhinolophes avec un niveau de 50% de la surface soit 157 ha. Ces pâtures devront être les plus proches possibles des gîtes et à proximité de boisements pour favoriser la chasse des chauves-souris,
2. Dans la mesure du possible, les prairies temporaires proches des colonies de reproduction de grands rhinolophes doivent être transformées en prairies permanentes, pâturées par des bovins, de manière à obtenir la plus forte densité possible de bêtes en août,
3. A proximité des colonies de reproduction de grands rhinolophes, il est préférable d'avoir sur les prairies, en août des bovins adultes. En effet, les jeunes produisent de petites bouses qui sèchent rapidement et ne peuvent pas convenir au développement de la larve d'*Aphodius*,
4. Promouvoir le pâturage au-delà de la zone des 1km pour augmenter la productivité en bousiers dans un rayon d'au moins 3 km,
5. Supprimer les problèmes liés à l'usage de l'Ivermectine, en priorité à proximité des colonies de reproduction (rayon d'un kilomètre) par divers moyens :
 - a. Utiliser des produits de substitution moins nocifs (Tableau 4.2.),
 - b. Utiliser des produits de l'agriculture biologique,
 - c. Optimiser l'usage de l'Ivermectine afin de réduire au maximum les doses rejetées dans les milieux. A savoir :
 - i. Bien choisir la voie d'administration du produit, en évitant particulièrement les bolus. Les voies sous-cutanée et surtout orale sembleraient les moins nocives. Elles entraînent malheureusement des manipulations plus contraignantes pour l'éleveur,
 - ii. Bien choisir la période et le lieu du traitement. On sait que la vitesse de dégradation du produit dépend de la saison. Ainsi, sa demi-vie est de 90 à 240 jours en hiver contre seulement 7 à 14 jours en été (HALLEY *et al.*, 1989). L'ivermectine est sujette à la photodégradation : sa demi-vie

est de 3 heures seulement quand les bouses sont exposées aux rayons du soleil en film fin sur une vitre. Le traitement est donc à éviter en saison froide et sèche,

- iii. Eliminer l'ivermectine des milieux les plus fragiles. Dans les espaces protégés où le pâturage est utilisé pour augmenter la diversité biologique, le traitement du bétail à l'ivermectine pourrait avoir les effets contraires, anéantissant ainsi tous les efforts,
- iv. Prendre certaines précautions en isolant les animaux traités en stabulation, voire en les maintenant dans un espace restreint pendant quelques jours, et en stockant les fèces pendant les 10 jours suivant l'administration, on peut facilement limiter les incidences de l'ivermectine sur les insectes non cibles,
- v. Prendre des précautions quantitatives : la dose utilisée ne doit être ni trop forte ni trop faible.

4.4. Les autres proies-clés

A certains moments de l'année les Géotrupes, les Hannetons communs, les Tipules et les Ichneumons constituent des proies-clés. Si leur consommation en abondance est très ponctuelle, leur présence n'en demeure pas moins vitale pour les grands rhinolophes. Ainsi, nous avons observé des pics de consommation de ces espèces lorsque celles-ci sont présentes en fortes densités au moment des pics d'émergence. De la même manière, les Tipules et Ichneumons peuvent améliorer les apports en nourritures des jeunes grands rhinolophes si les populations d'*Aphodius rufipes* sont réduites par une météorologie trop froide, par exemple.

La mise en place d'actions pour favoriser ces espèces est donc très profitable pour les chauves-souris, mais il ne faut pas oublier que la multiplication des recommandations va rendre plus difficile le travail des gestionnaires et particulièrement celui des agriculteurs. Les recommandations proposées pour favoriser les populations de papillons et d'*Aphodius rufipes* étant à mettre en place prioritairement, aucune recommandation spécifique pour ces espèces (dont certaines peuvent être très dommageables à l'agriculture) n'est proposée. Il faut aussi

noter que le mélange de boisements de feuillus et de prairies permanentes (recommandations favorables aux papillons et *Aphodius*) est aussi favorable à toutes les autres espèces.

Les Géotrupes

Les Géotrupes sont des coléoptères détritivores présents dans les prairies et les forêts. Les animaux creusent des galeries sous les bouses pour pondre. Les bouses sont détectées à l'odeur et colonisées par vol sur des distances inconnues. A l'émergence, les adultes sont très faibles et légers. Ils doivent se nourrir pendant plusieurs semaines ou mois. Ceci est très certainement lié au fait que le nid ne contient qu'une quantité limitée de nourriture, destinée au seul développement de la larve. A l'automne, les individus sont gros et peuvent constituer un apport énergétique significatif pour les grands rhinolophes. Les Géotrupes sont relativement rares par rapport aux *Aphodius*, avec seulement 1 à 2 individus par bouse. Les insectes adultes sont très grands (13 à 25 mm d'envergure) avec de robustes élytres. La part des Géotrupes dans le régime alimentaire des grands rhinolophes est importante au printemps mais moindre en automne quand les autres proies, comme les *Aphodius*, sont disponibles. Les Géotrupes sont probablement plus fréquemment consommés en hiver quand les autres proies ne volent plus. Dans certains cas, la proximité de pâtures près des sites d'hivernage joue certainement un rôle important dans la nutrition hivernale des grands rhinolophes (RANSOME, 2002).

Le Hanneton commun

Les adultes d'Hanneton sont de très gros coléoptères (20 à 25 mm de long). Ces insectes sont très nutritifs (HOESE & SCHNEIDER, 1988). Les grands rhinolophes semblent préférer cette proie aux Géotrupes ou aux papillons quand leur nombre est important. Les Hannetons sont volants de mai à juin, parfois en nuée, mais uniquement pendant une très courte période de quelques semaines. Exceptionnellement des animaux peuvent être volants à la mi-avril. Les adultes se nourrissent sur les feuilles des arbres feuillus en creusant de larges trous dans les bords. Les femelles survolent les pâtures d'herbe rases pour y pondre avant de retourner dans les boisements pour se nourrir à nouveau. Les chauves-souris capturent les hannetons lorsqu'ils sont en transit, en essaim à proximité des arbres ou près du sol au moment des pontes. Les larves mettent 4 ans à se développer (LINSSEN, 1959). Les larves se nourrissent de racines de plantes et peuvent avoir un impact très négatif sur les cultures.

Les Tipules

Les Tipules sont des diptères à longues pattes communément appelés « cousins ». La plupart de ces espèces ne dépassent pas la taille d'un moustique. Les adultes aspirent du nectar ou d'autres liquides, mais ne se nourrissent guère. Toutes les espèces de Tipules (environ 20 en France) ont besoin d'herbe rase pour pondre. Les Tipules sont volants de début mai à la mi-novembre. L'éclosion de l'œuf et le développement de la larve sont favorisés par l'humidité. ROBERTSON (1939) a montré que les populations de Tipules connaissent un petit pic d'abondance en mai et un nettement plus marqué en septembre. Les données concernant l'effet de la température sur le vol sont peu nombreuses, mais peu d'espèces semblent voler en dessous de 10°C. Tous les Tipules volent lentement et maladroitement au-dessus du sol et sont donc des proies faciles pour les grands rhinolophes. Les larves se nourrissent de racines de plantes et peuvent avoir un impact très négatif sur les cultures.

Les Ichneumons

Seul un type d'Ichneumon a été identifié dans le guano analysé en Angleterre : *Ophion luteus*. C'est un grand ichneumon qui parasite les chenilles de Noctuidae. Ces chenilles sont souterraines, nocturnes et se nourrissent au sol du milieu de l'été au mois de décembre avant la diapause hivernale. Elles continuent leur développement au printemps suivant. De fait, les parasites sont particulièrement actifs en automne, au début de l'hiver et au printemps. Ils paraissent capables de voler à des températures très fraîches. Pour parasiter leur proie, les femelles doivent voler au niveau du sol. Ceci doit les rendre vulnérables à la prédation des grands rhinolophes de la même manière que pour les Tipules.

4.5. Conclusion

L'analyse du régime alimentaire de quatre colonies de grands rhinolophes du Finistère a permis de démontrer qu'au moins cinq espèces d'insectes sont à considérer comme des proies-clés de l'espèce : les papillons nocturnes, les *Aphodius*, les Tipules, les Ichneumons et les Hannetons communs. A ces cinq espèces s'ajoutent les Géotrupes dont l'absence dans nos résultats est très certainement liée aux périodes d'échantillonnage (Chapitre 3).

La synthèse bibliographique réalisée par RANSOME (1996) propose un ensemble de mesures de gestion favorables à ces insectes à mettre en place autour des colonies.

Ces mesures visent principalement les deux milieux types de ces insectes : les boisements et les prairies. Elles sont à mettre en oeuvre dans un rayon de 3,5 km autour des gîtes (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a).

5. CONCLUSION GENERALE

Le maintien des populations du Grand rhinolophe nécessite une connaissance fine de ses terrains de chasse afin de mettre en place des mesures de gestion *ad hoc*. Ces actions doivent être mises en place prioritairement autour des colonies de reproduction, lesquelles assurent le renouvellement des populations.

L'analyse du régime alimentaire que nous avons réalisée en Finistère est la première étude de ce type menée en France sur cette espèce. Afin de mener à bien ce projet, nous avons mobilisé des moyens humains importants, dans un contexte associatif.

Nos résultats complètent les informations déjà collectées pour l'espèce dans le cadre de différentes études menées en Europe, en apportant un éclairage différent. En effet, les populations finistériennes de grands rhinolophes sont comparativement plus importantes et en bonne santé contrairement à celles déjà étudiées. Ces informations viennent aussi compléter l'étude des terrains de chasse réalisée en 2003 et 2004 à Landeleau (BOIREAU & GRÉMILLET, 2005a).

L'analyse du régime alimentaire des colonies finistériennes de reproduction de grands rhinolophes de Landeleau, Camaret-sur-Mer, Rumengol et de la colonie non reproductrice de Lopérec en période estivale permet de définir plusieurs éléments sur la biologie du Grand rhinolophe, propres à la zone d'étude :

- les Lépidoptères sont les insectes les plus consommés. Suivent quatre autres catégories d'insectes qui constituent les proies-clés de l'espèce : les *Aphodius*, Tipules, Ichneumons et Hanneçons commun,
- au moment de l'élevage des jeunes, les Lépidoptères et les *Aphodius* sont les proies principales,
- le régime alimentaire des différentes colonies de reproduction est globalement assez proche.

Par ailleurs, notre travail soulève plusieurs interrogations relatives au comportement des grands rhinolophes qui nécessiteraient des compléments d'information. Ainsi, il nous semblerait pertinent de mener de nouveaux travaux de radiopistage sur les colonies littorales,

principalement celle de Camaret-sur-Mer, pour observer si les grands rhinolophes utilisent les cordons dunaires comme zones de chasse. De la même manière, il serait très intéressant de mener de nouveaux travaux de radiopistage sur des individus non reproducteurs, principalement des mâles, durant la période estivale pour découvrir les terrains de chasse qu'ils exploitent et leur comportement.

Enfin, le type de chasse (sélective ou opportuniste) pratiquée par le Grand rhinolophe dans le Finistère reste pour le moment encore à définir précisément.

Au niveau local, les populations de grands rhinolophes sont stables depuis 10 ans, voire en légère augmentation (BOIREAU, 2006). Cette tendance semble aussi se dessiner au niveau national avec toutefois des variations suivant les régions (Ros, com. pers.). Après plusieurs décennies de déclin important, la remontée progressive (bien qu'encore fragile) des effectifs bretons de l'espèce est probablement liée à deux phénomènes principaux :

1. Au niveau local, le G.M.B. a engagé un important travail de protection juridique et physique des gîtes. Ainsi depuis 1999, la destruction de l'ensemble des colonies de reproduction de la zone a pu être évitée, alors que toutes ont été menacées par des travaux ou des destructions involontaires (obs. pers.),
2. Les profondes modifications du paysage consécutives à la mise en place de nouvelles pratiques agricoles sur les milieux semblent se stabiliser. Il est probable que les grands rhinolophes en profitent en exploitant au mieux les zones refuges restreintes et souvent isolées.

Mais il est possible que d'autres éléments, propres à la dynamique de la population et qui nous échappent actuellement, expliquent aussi cette évolution positive.

La remontée progressive des effectifs de l'espèce ne doit pas faire oublier les menaces qui continuent de peser sur les zones de chasse, et la vulnérabilité de l'espèce. Il est donc nécessaire de mettre en place les recommandations de gestion proposées au Chapitre 4 de cette étude le plus rapidement possible.

Seule la réalisation de ces mesures, d'une manière concomitante, assurera la pérennité du Grand rhinolophe dans le Finistère. Espérons, dans un premier temps, que la mise en action des documents d'objectifs Natura 2000 nous en donnera les moyens.

BIBLIOGRAPHIE

ARTHUR, L. (2002) - Le Murin à oreilles échancrées, *Myotis emarginatus*. In : **BENSETTITI, F. & GAUDILLAT, V.**, Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 7 : Espèces Animales. M.N.H.N. La documentation française, 42-45.

BARCLAY, R.M.R. & BRIGHAM R.M., (1994) – Constraints on optimal foraging : a field test of prey discrimination by echolocating insectivorous bats. *Anim. Behav.* 48 : 1021-1021.

BEAUCOURNU, J.-C. & MATILE, L. (1963) – Contribution à l'inventaire faunistique des cavités souterraines de l'ouest de la France. *Annales de spéléologie*, XVIII, fasc. 3 : 343-357.

BECK, A., BONTADINA, F., GLOOR, S., HOTZ, T., LUTZ, M. & MUHLETHALER, E. (1994) – Jagdhabitatwahl und nächtliche Aufenthaltsgebiete des Grossen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) im Raum Castrisch/GR. Rapport interne. Arbeitsgruppe zum Schutz der Hufeisennasen Grunbüdens. 102 p.

BECK, A., GLOOR, S., ZAHNER, M., BONTADINA, T., HOTZ, T., LUTZ, M. & MÜHLETHALER E. (1997) – Zur Ernährungsbiologie der Grossen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) in einem Alpental des Schweiz. In : Zur Situation der Hufeisennasen in Europa. Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt – IFA Verlag, Stecklenberg – Berlin, 15-18.

BILLINGTON, G. (2000) – *Radio tracking study of greater horseshoe bats at Mells, Near Frome, Somerset*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 403 : 24 p + annexes.

BILLINGTON, G. (2001) – *Radio tracking study of greater horseshoe bats at Brockley Hall Strables Sites of Special Scientific Interest, May*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 442 : 36 p + annexes.

BILLINGTON, G. (2002a) – *Radio tracking study of greater horseshoe bats at Caen Valley Bats of Special Scientific Interest*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 495 : 23 p + annexes. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.english-nature.org.uk/pubs/publication/PDF/495.pdf>

BILLINGTON, G. (2002b) – *Radio tracking study of greater horseshoe bats at Chudleigh Caves and Woods Site of Special Scientific Interest*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 496 : 23 p + annexes. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.english-nature.org.uk/pubs/publication/PDF/496.pdf>

BILLINGTON, G. (2003) – *Radio tracking study of greater horseshoe bats at Buckfastleigh Caves Site of Special Scientific Interest*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 573 : 23 p + annexes. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.english-nature.org.uk/pubs/publication/PDF/573.pdf>

BLAB, J., RUCKSTUHL, T., ESCHE, T., HOLZBERGER, R. & LUQUET, G.-C. (1988) - *Sauvons les Papillons : les connaître pour mieux les protéger*. Duculot, Paris, 192 p.

BOIREAU, J. (2003) - Problème de cohabitation chouettes effraies / chauves-souris. *Mammibreizh* 8 : 3.

BOIREAU, J. (2006) - Comptages Nationaux Grand rhinolophe (premiers week-ends de février) menés par le Groupe Mammalogique Breton dans le Finistère et l'ouest des Côtes d'Armor : bilan 1995-2005. *Mammibreizh – supplément spécial* 11 : 1-8.

BOIREAU, J. (en prép.) - Problèmes posés par l'Effraie des clochers *Tyto alba* dans cinq colonies de reproduction de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* en Bretagne (France).

BOIREAU, J. & CAROFF, C. (2002) - *Contrat-Nature (2001-2004) : Etude et sauvegarde des populations de Grand rhinolophe (Rhinolophus ferrumequinum) du Bassin versant de la Rade de Brest : Rapport annuel 2002*. Rapport, Groupe Mammalogique Breton, Sizun (France), 22 p + annexes.

BOIREAU J. & GRÉMILLET, X. (2005a) - Etude des terrains de chasse d'une colonie de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) en Basse-Bretagne (France). Rapp., GMB, Sizun, 59 p + annexes.

BOIREAU, J. & GRÉMILLET, X. (2005b) – *Etude par la méthode du radio-pistage de la colonie de reproduction de grands rhinolophes (Rhinolophus ferrumequinum) de Saint-Herbot (29) dans le cadre de la mise en place du projet Natura 2000 n°13-39 « Monts d'Arrée »*. Rapport, Groupe Mammalogique Breton, Sizun (France), 24 p + annexes.

BOIREAU, J., PHILIPPE, L. & VERNUSSE, J. (2001) – *Inventaire et protection des chiroptères dans les cantons de la zone 5b du centre-ouest Bretagne et des îles*. Rapport, Groupe Mammalogique Breton, Sizun (France), 22 p + annexes.

BONTADINA, F., SCHOFIELD, H. & NAEF-DAENZER, B. (2002) – Radio-tracking reveals that lesser horseshoes bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *J. Zool. Lond.* 258 : 281 - 290. [En ligne]. Adresse URL :

http://www.swild.ch/Bontadina/lit/Bontadina,Gloor,Hotz,Beck,Lutz,Muehlethaler_MS2002.pdf

BONTADINA, F., SCARAVELLI, D., DHOTZ, T. & BECK, A. (1999) – Radio-tracking bats: a short review with example of study in Italy. *In: DONDINI, G., PAPALINI, O. & VERGARI, S (Coord.), Proceedings of the First Italian Bat Congress, Castell' Azzara, 28 – 29 mars 1998. G.S. L'Orso, Castell' Azzara (Italia) : 163-173.* [En ligne]. Adresse URL :

http://www.swild.ch/Bontadina/lit/Bontadina,Scaravelli,Gloor,Hotz,Beck_IBRC1999.pdf

BONTADINA, F., BECK, A., GLOOR, S., HOTZ, T. LUTZ, M. & MUHLETHALER, E. (1995) – Jagt die Große Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* im Wald ? – Grundlagen zum Schutz von Jagdgebieten des letzten größeren Kolonie in der Schweiz. *In : Ingold, P & Ch. Marti (Hg.) Tagungsband "Naturschutz und Verlantent". Orn. Beob.* 92 : 325–327.

BONTADINA, F., HOTZ, T., GLOOR, S., BECK, A., LUTZ, M. & MUHLETHALER, E. (1997) – Schutz von Jagdgebieten für *Rhinolophus ferrumequinum*. Umsetzung der Ergebnisse einer Telemetrie-Studie in einem Alpental des Schweiz. *In : Zur Situation des*

Huffeisennasen in Europa. IFA Verlag – Arbeitskreis Fledermaüse Sachsen-Anhalt, Berlin-Stecklenberg : 33–39.

BOWDEN, J. & MORRIS, M.S. (1975) – The influence of moonlight on catches of insects in light-trap in Africa. III. The effective radius of mercury-vapour light-trap and the analysis of catches using effective radius. *Bulletin of Entomological Research* 65 : 3003 – 348.

BROSSET, A., BARBE, L., BEAUCOURNU, J.-L., FAUGIER, C., SALVAYRE, H. & TUPINIER, Y. (1988) – La raréfaction d Rhinolophe Euryale (*Rhinolophus euryalis* Blasius) en France. Recherche d'une explication. *Mammalia* 52 : 101-102.

CAPO, G., CHAUT, J.-J. & ARTHUR, L. (2006) – Etude de la mortalité routière de chiroptères le long d'un axe routier dans le Cher (France). Actes des X^e rencontres nationales chauves-souris, Muséum de Bourges, France, 20-21 mars 2004. *Symbioses*, N.S., 15 : 45-46.

CAROFF, C., DURANEL, A. & ROUÉ, S.Y. (2003) – Traitements anti-parasitaires du bétail, insectes coprophages et chauves-souris. *L'Envol des chiros*. 7 : 7–14. [En ligne]. Adresse URL : http://www.gmb.asso.fr/PDF/DosIvermectine_2003.pdf

CHINERY, M. (1986) – *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Arthaud, Paris. 320 p.

CHOQUENE, G.-L. (2006) – Mortalité de chauves-souris suite à des collisions avec des véhicules routiers en Bretagne. Actes des X^{èmes} rencontres nationales chauves-souris, Muséum de Bourges, France, 20-21 mars 2004. *Symbioses*, N.S., 15 :

DENHOLM-YOUNG, P.H. (1978) – Studies of decomposing cattle dung and its associated fauna. Mém. Th. Univ. Oxford.

DRUGMAND, D. (2002) – Modifié le 03 avril 2002. Le régime alimentaire de la Sérotine. M.N.H.N. du Luxembourg. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.mnhn.lu/recherche/zoologie/bats/SEROTIN2.HTM>

DUVERGÉ L. & JONES, G. (1994) - Greater horseshoe bats activity, foraging and habitat use. *British Wildlife* 6 : 69–77.

DUVERGÉ, L. (1997) - *Foraging activity, habitat use, development of juveniles, and diet of the Greater horseshoe bats (Rhinolophus ferrumequinum – Schreber 1774)*. Non publié, Mém Th. Univ. Bristol.

FAIRON, J. (1997) - Contribution à la connaissance du statut des populations de *Rhinolophus ferrumequinum* et *Rhinolophus hipposideros* en Belgique et problème de leur conservation. In : *Zur Situation der Hufeisennasen in Europa*. Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt – IFA Verlag, Stecklenberg – Berlin, 47-54.

FAIRON, J., BUSH, E., PETIT, T. & SCHUITEN, M. (1996) – *Contribution à l'étude du problème de la cohabitation Effraies - Chiroptères*. Document de travail, I.R.Sc.N.B., Bruxelles, 33 p.

FARCY, O. & ROS, J. (2002) - *Inventaire des chiroptères de 49 cantons de Bretagne : programme Morgane*. Rapport, Bretagne Vivante - SEPNEB, Brest (France), 77 p.

FAUVEL, B., ROS, J., ROUÉ, S-G., ROUÉ, S-Y., GROUPE CHIROPTÈRES SFPEM (en prép.) – Espèces de l'Annexe II de la Directive Habitats Faune-Flore : synthèse actualisée des populations en France. Actes des X^{èmes} rencontres nationales chauves-souris, Muséum de Bourges, France, 20-21 mars 2004. *Symbioses*, N.S.

GRÉMILLET, X. (2002) - Le Grand rhinolophe, *Rhinolophus ferrumequinum*. In : **BENSETTITI, F. & GAUDILLAT, V.**, Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 7 : Espèces Animales. M.N.H.N. La documentation française, 42-45. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.gmb.asso.fr/PDF/GRÉMILLET2002ficheGR.pdf>

GRÉMILLET, X. (2003) - Voyage d'étude "Méthode d'étude et de conservation des grands rhinolophes en Angleterre - 13 au 17 avril 2003 - Sud Ouest de l'Angleterre", Groupe Mammalogique Breton, Sizun, Compte rendu, septembre 2003, 33 p. [En ligne]. Adresse URL : <http://gmb.asso.fr/PDF/GRÉMILLET2003.pdf>

GRÉMILLET, X. & BOIREAU, J. (2004) - Intoxication mortelle par le plomb et par les fongicides P.C.P. des juvéniles dans un gîte de parturition de Grand rhinolophe, *Rhinolophus*

ferrumequinum, dans le Finistère : difficultés du diagnostic et réalisation et d'un gîte alternatif. *Symbiose*, N.S., 10 : 59-61. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.gmb.asso.fr/PDF/GRÉMILLETBoireau2004Intox.PDF>

HALLEY, B.A., NESSEL, R.J. & LU, A.Y.H. (1989) – Environmental aspects of ivermectin usage in livestock : general consideration. In W.C. Campell, Ivermectin and Abamectin. Springer, New Nork, 162 – 172.

HANSKI, I. (1979) – The Community of Coprophagus Beetles. Mém. Thè. Univ. Oxford.

HOLTER, P. (1975) – Energy budget of a natural population of *Aphodius rufipes* (Scarabaeidae). *Ecological Entomology*, 4 : 317 – 326.

HOESE, B. & SCHNEIDER, P. (1988) – Der Fettgehalt bei Maikäfern, *Melolontha melolontha* und *M. hippocastani*, während der postpupalen Diapause und im frühen Imaginalstadium. *Zoologische Jahrbücher Physiologie*, 92 : 471 – 485.

JONES, G. (1990) – Prey selection by Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) : optimal foraging by echolocation ? *J. Anim. Ecol.* 59 : 587–602.

JONES, G., DUVERGÉ, L. & RANSOME, R. (1995) - Conservation biology of an endangered species : field studies of Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Symp. Zool. Soc Lond.* 67 : 309–324.

KUNZ, T.H. & WHITAKER, J.O. (1983) – An evaluation of faecal analyses for determining food habits of insectivorous bats. *Can J. Zool.* 61 : 1317-1321.

LANDIN, B-O. (1961) – Ecological studies on dung-beetles (Col. Scarabaeidae). *Opusc. Ent. Suppl.* XIX.

LINSSEN, E.F. (1959) – *Beetles of the British Isles, Series II.* Wrne, Londres et New York.

LUGON, A. (1996) – *Ecologie du Grand rhinolophe, Rhinolophus ferrumequinum (Chiroptera, Rhinolophidae) en Valais (Suisse). Habitat, régime alimentaire et stratégie de chasse.* Mém. Dipl. Univ., Neuchâtel (Suisse), 116 p.

Mc ANEY, C.M., SHIEL, C., SULLIVAN, C., FAIRLEY, J. (1991) – The analysis of bat droppings. *The Mammal Society*, London. 48p.

MELOU, M. & GUILLOU J.-J. (1954) – Les chauves-souris du sud Finistère - 2^{ème} partie : baguage des chauves-souris. *Penn ar Bed* 2 : 22-23.

MITCHELL-JONES, A.J. (1995) – The status and the conservation of Horseshoe bats in Britain. *Myotis*, 32-33 : 271-284.

MITCHELL-JONES, A. J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYSZTOFEK, B., REIJNDERS, P.J.H., SPITZNERBERGER, F., STUBBE, M., THISEN, J.B.M., VOHRALIK, V. & ZIMA, J. (1999) – *The atlas of european mammals.* T & AD Poyser Ltd, Londres. xi + 484 p.

NERI, F. (2004) – *Diagnostic sur la mortalité de chauves-souris par collisions dans le Lot, sur l'A20 entre Cahors Nord et la Dordogne, et propositions d'aménagements.* Rapport, Espaces Naturels Midi-Pyrénées, Toulouse (France), 17 p + annexes.

PIR, J. (1994) - *Etho-Ökologische Untersuchung einer Wochenstubenkolonie des Großen Hufeisennase (Rhinolophus ferrumequinum, Schreber 1774) in Luxembourg.* Non publié, Mém. Thesis, Univ. Giessen, Germany : 90p.

RABINOWITZ, A.R. & TUTTLE, M.D. (1982) – A test of the validity of two currently used methods of determining bat prey preferences. *Acta Theriol.* 27 : 283-293.

RANSOME, R. (1996) – *The management of feeding areas for greater horseshoes bats.* Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports, 174 : 74p.

RANSOME, R. (1997) – *The management of Greater horseshoe bat feeding areas to enhance population levels*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports 241 : 63p.

RANSOME, R. (2000) – *Monitoring diets and population changes of Greater horseshoe bats in Gloucestershire and Somerset*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports, 341 : 55p.

RANSOME, R. (2002) – *Winter feeding studies on greater horseshoes bats*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports, 449 : 47p.

RANSOME, R. & HUTSON, A. (2000) - Action plan for the conservation of the greater Horseshoe bat in Europe (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Council of Europe, Nature and environment*, 109 : 60p. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.swild.ch/Rhinolophus/PlanII.pdf>

ROBERTSON, A.G. (1939) – The nocturnal activity of crane-flies (Tipulinae) as indicated by captures in a light trap at Rothamsted. *Journal of Animal Ecology* 8 : 300 – 322.

ROBINSON, M.F. & STREBBINGS, R.E. (1993) – Food of the Serotine bat, *Eptesicus serotinus*. Is faecal analysis a valid qualitative and quantitative technique? *J. Zool., Lond.* 231 : 239-248.

ROBINSON, M.F., WEBBER, M. & STREBBINGS, R.E. (2000) – *Dispersal and foraging behaviour of greater horseshoe bats, Brixham, Devon*. Rapport, English Nature, Peterborough (Angleterre), English Nature Research Reports, 344 : 24 p + annexes.

ROS, J. (2002) - Le statut du Grand rhinolophe en France. *Symbiose*, N.S., 6 : 33-34.

STREBBING, R.E. (1982) – Radio Tracking greater horseshoe bats with preliminary observations on flight. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 49 : 161-173.

STRONG, L. & WALL, R. (1994) – Effects of ivermectin and moxidectin on the insect of cattle dung. *Bulletin of Entomological Research* 84 : 403 – 409.

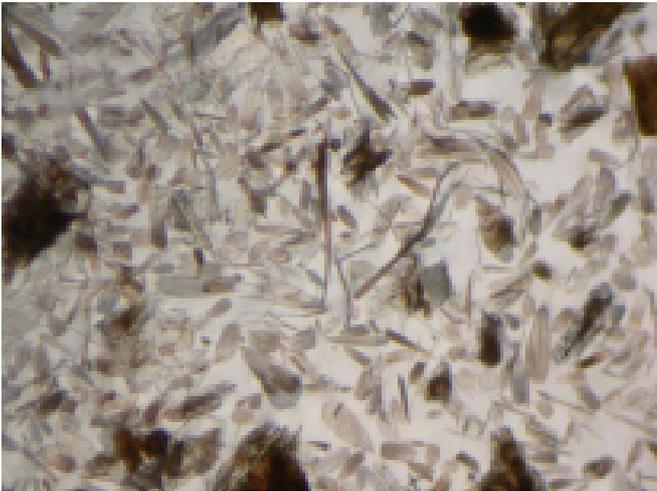
TAYLOR, L.R., FRENCH, R.A. & WOIWOD, I.P. (1978) – The Rothamsted insect survey and the urbanization of land in Great Britain. In : *Perspectives in Urban Entomology*. Academic Press, London & New York pp. 31 - 65

VON DER EMDE, F. & SCHNITZLER, H.U. (1990) – Classification of insects by echolocating Greater horseshoe bats. *J. Comp. Physiol.* 167 : 423-430.

WARING, P.A. (1989) – Comparison of light trap catches in deciduous and coniferous woodland habitats. *Entomologist's Record* 101 : 1 – 10.

ANNEXES

Annexe 1 : Photos de restes d'insectes observés dans le guano de Grand rhinolophe
(Photos : J. Boireau).



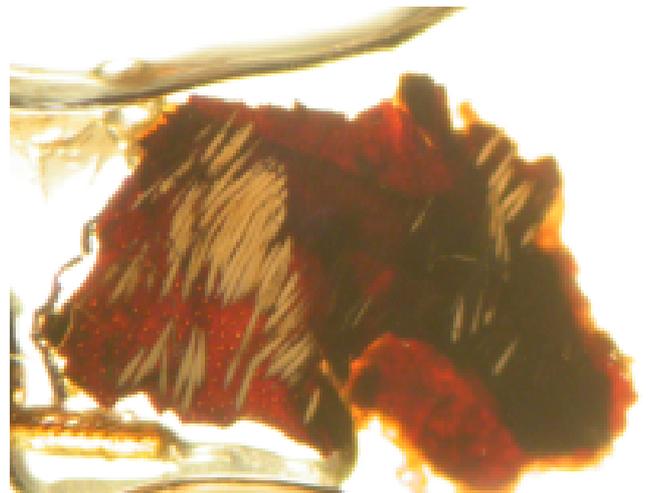
Ecaïlles de lépidoptères



Segment d'antenne de tipule



Onychium d'ichneumon



Sclérite avec soies scalariformes de hanneton
(*Melolontha melolontha*)



Onychium d'*Aphodius*



Onychium de Scatophagiadé