

Le Grand rhinolophe

Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)

Mammifères, Chiroptères, Rhinolophidés



Photo : Romain Sordello

Cette fiche propose une synthèse de la connaissance disponible concernant les déplacements et les besoins de continuités écologiques du Grand rhinolophe, issue de différentes sources (liste des références *in fine*).

Ce travail bibliographique constitue une base d'information pour l'ensemble des intervenants impliqués dans la mise en œuvre de la Trame verte et bleue. Elle peut s'avérer, notamment, particulièrement utile aux personnes chargées d'élaborer les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Le Grand rhinolophe appartient en effet à la liste des espèces proposées pour la cohérence nationale des SRCE¹.

Pour mémoire, la sélection des espèces pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue repose sur deux conditions : la responsabilité nationale des régions en termes de représentativité des populations hébergées ainsi que la pertinence des continuités écologiques pour les besoins de l'espèce. Cet enjeu de cohérence ne vise donc pas l'ensemble de la faune mais couvre à la fois des espèces menacées et non menacées. Cet enjeu de cohérence n'impose pas l'utilisation de ces espèces pour l'identification des trames régionales mais implique la prise en compte de leurs besoins de continuités par les SRCE.

Régions où l'espèce est proposée comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB



Région où l'espèce est absente ou très marginale



Région où l'espèce est présente mais **n'est pas proposée pour être retenue** comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB



Région où l'espèce est présente et **est proposée pour être retenue** comme espèce pour la cohérence nationale de la TVB

¹ Liste établie dans le cadre des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques qui ont vocation à être adoptées par décret en Conseil d'Etat en 2012.

POPULATIONS NATIONALES

Aire de répartition

Situation actuelle

D'après :

Arthur & Lemaire, 2009a
Arthur & Lemaire, 2009b
Aulagnier *et al.*, 2010
CSRPN Auvergne, 2010
DREAL PDL, 2010
GMB, 2010
Godineau & Pain, 2007

L'aire de répartition du Grand rhinolophe est la plus grande de tous les Rhinolophidés européens et couvre tout le sud du Paléarctique jusqu'en Afghanistan et au Japon (Aulagnier *et al.*, 2010). L'espèce est présente jusqu'à 53° Nord en Grande Bretagne au sud de la Hollande puis s'étale sur la majeure partie du bassin méditerranéen, îles comprises (Arthur & Lemaire, 2009a). A l'Est, le Grand rhinolophe s'étend via la Turquie, puis l'Iran jusqu'à sud de l'Himalaya (Arthur & Lemaire, 2009a). La population présente de la Corée à la Chine est désormais considérée comme une espèce distincte (Arthur & Lemaire, 2009a).
Les populations européennes actuellement les plus abondantes se trouvent sur le pourtour méditerranéen, les Balkans et la Turquie (Arthur & Lemaire, 2009a). En Grande-Bretagne des populations importantes de 4000 à 5000 individus subsistent encore également (Arthur & Lemaire, 2009b).
En France, la population est estimée à 40 000 individus avec des noyaux bien vivaces dans l'Ouest du pays en Bretagne, dans la Vallée de la Loire et dans le Sud (Arthur & Lemaire, 2009a ; Godineau & Pain, 2007). Par exemple, les effectifs régionaux de Pays-de-la-Loire et de Bretagne représentent respectivement 12 % (DREAL PDL, 2010) et 11,4 % (GMB, 2010) des effectifs nationaux en hiver. En Auvergne aussi les effectifs hivernants sont importants (CSRPN Auvergne, 2010). La Bretagne abrite 19 % de la population nationale en reproduction (GMB, 2010).

Évolution récente

D'après :

Arthur & Lemaire, 2009a
Aulagnier *et al.*, 2010
Godineau & Pain, 2007

Initialement méditerranéen, le Grand rhinolophe a étendu au cours des siècles son aire de distribution vers le Nord en profitant de certains aménagements humains pour ses gîtes (Arthur & Lemaire, 2009a).
Puis, partout, même là où il reste encore bien présent, les effectifs du Grand rhinolophe se sont effondrés ces cinquante dernières années (Aulagnier *et al.*, 2010). L'aire de répartition et les effectifs de cette espèce se sont en effet dramatiquement réduits au cours du XX^{ème} siècle, surtout au Nord, mais aussi dans le Centre de la France (Arthur & Lemaire, 2009a ; Godineau & Pain, 2007). En Grande-Bretagne, l'espèce se maintient au Pays de Galles mais les populations ont chuté de 300 000 à 5 000 individus (Arthur & Lemaire, 2009a). La régression a été forte jusqu'aux années 1980 puis s'est globalement figée, avec des populations qui tendent parfois à remonter localement (Arthur & Lemaire, 2009a).
La situation reste cependant préoccupante au Nord de l'aire (Arthur & Lemaire, 2009a). Le Grand rhinolophe est par exemple aujourd'hui considéré comme presque éteint dans une grande partie de la Belgique (moins de 200 individus restant dans le pays (Arthur & Lemaire, 2009a ; com. pers. Julien, 2012)), du Luxembourg (moins de 300 individus restant dans le pays (Arthur & Lemaire, 2009a)), du Nord de la France et de l'Allemagne septentrionale (où deux isolats se maintiennent en Bavière et en Sarre (Arthur & Lemaire, 2009a)) (Aulagnier *et al.*, 2010).

Phylogénie et phylogéographie

D'après :

Rossiter *et al.*, 2007

Des analyses génétiques effectuées sur 56 populations réparties entre la Grande-Bretagne et le Japon, ont permis de mettre en évidence les distances génétiques entre ces groupes au sein de l'aire de répartition mondiale du Grand rhinolophe et de comprendre l'histoire de l'évolution de l'espèce (Rossiter *et al.*, 2007). Les résultats montrent que les populations européennes sont anciennement originaires de l'ouest de l'Asie et par ailleurs mettent en évidence une expansion plus récente de l'aire de répartition de l'espèce à partir du dernier maximum glaciaire (- 20 000 ans) (Rossiter *et al.*, 2007). En effet, les auteurs constatent un déclin de richesse allélique depuis l'ouest de l'Asie jusqu'à la Grande-Bretagne ce qui sous-entend une colonisation de l'espèce à travers l'Europe qui a suivi une direction Nord-Ouest (Rossiter *et al.*, 2007). Les auteurs constatent également qu'il existe de fortes discontinuités génétiques à l'intérieur même de l'Europe ainsi qu'entre les Balkans et l'ouest asiatique (Syrie/Russie), ce qui sous-entend que cette expansion se serait faite à partir de multiples zones refuges et souligne également un manque de flux génétique récent depuis l'Asie mineure (Rossiter *et al.*, 2007). En définitive, les populations actuellement présentes dans le centre de l'Europe semblent issues des Balkans et celles de l'ouest de l'Europe semblent issues d'Italie et de la Péninsule Ibérique (Rossiter *et al.*, 2007). Par ailleurs, une différenciation génétique forte (et même plus forte qu'entre populations continentales pouvant être éloignées de plus de 4000 km) est constatée entre populations continentales et populations insulaires : France/Grande-Bretagne et Chine/Japon (Rossiter *et al.*, 2007). Pour les auteurs, cette situation île/continent permet d'illustrer le degré de différenciation génétique que pourrait entraîner une fragmentation nette entre populations continentales et souligne donc la nécessité de maintenir des flux génétiques entre populations de Grands rhinolophes (Rossiter *et al.*, 2007).

Sédentarité/Migration

Statut de l'espèce

D'après :

Arthur & Lemaire, 2009a
Arthur & Lemaire, 2009b
Aulagnier *et al.*, 2010

Le Grand rhinolophe est une espèce sédentaire (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier *et al.*, 2010) qui n'accomplit pas de réelle migration entre hibernation et estivage (Arthur & Lemaire, 2009b) même si des déplacements de 100-200 km peuvent être observés (com. pers. Quekenborn, 2012).

ÉCHELLE INDIVIDUELLE

Habitat et occupation de l'espace

Habitat

D'après :

Arthur & Lemaire, 2009a
Aulagnier *et al.*, 2010

Les gîtes hivernaux se trouvent dans des grottes et autres sites souterrains frais comme les mines, les caves et les tunnels (Aulagnier *et al.*, 2010), les carrières, les parties souterraines des barrages (Arthur & Lemaire, 2009a). L'espèce occupe les cavités de toutes dimensions mais préfère souvent les vastes sites (Arthur & Lemaire, 2009a).

Les gîtes de mise-bas se trouvent sous les toits de grands bâtiments agricoles au nord de son aire de répartition et

Billington & Rawlinson, 2006 Godineau & Pain, 2007 Sierro <i>et al.</i>, 2009 Patriarca & Debernardi, 2010	dans des sites souterrains au sud de son aire (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010). Néanmoins, cette information doit être nuancée car en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), peu de gîtes souterrains sont connus pour la mise-bas (deux au maximum) : en zone de montagne, ce sont surtout des bâtis qui sont utilisés (combles d'église) ou des ponts ayant de vastes espaces et en Camargue, les gîtes de mise-bas sont surtout connus dans le bâti agricole et les bunkers (com. pers. Quekenborn, 2012). En Corse, deux grottes de mise-bas sont connues (com. pers. Quekenborn, 2012). Les gîtes estivaux permanents doivent offrir un abri contre les précipitations et une température qui ne soit pas froide (Arthur & Lemaire, 2009a). Les ouvertures d'accès sont souvent larges afin de faciliter les entrées et sorties en vol des individus (Arthur & Lemaire, 2009a). Un large panel de gîtes nocturnes intermédiaires sont également utilisés en période d'estivage tels que des étables, porches, cheminées, bâtiments abandonnés, viaducs ou branches d'arbres (Arthur & Lemaire, 2009a). Pendant la saison active, le Grand rhinolophe apprécie les mosaïque de milieux hétérogènes et gérés extensivement (Arthur & Lemaire, 2009 ; Godineau & Pain, 2007 ; Sierro <i>et al.</i>, 2009) composés de lisières de massifs de feuillus, de ripisylves, de végétation semi-ouverte, de sous-bois dégagés, vergers, parcs, prairies fraîchement fauchées, landes coupées, allées arbustives, jardins (Arthur & Lemaire, 2009a). La proximité de rivière ou d'étendues d'eau bordées de végétation est favorable à l'espèce (Arthur & Lemaire, 2009a). Les milieux de chasse du Grand rhinolophe sont par prédilection les pâtures entourées de haies hautes et denses du bocage (Arthur & Lemaire, 2009a ; Billington & Rawlinson, 2006). Le Grand rhinolophe se nourrit sur les bousiers liés au pâturage et utilisent également les haies et les arbre/arbustes pour pratiquer la chasse à l'affût ; d'où sa prédilection pour ce type de milieu (com. pers. Quekenborn, 2012). Ainsi, les prairies pâturées avec haies, ripisylves, et boisements sont très recherchées par le Grand rhinolophe en Camargue (com. pers. Quekenborn, 2012). Les forêts feuillues sont également utilisées (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Billington & Rawlinson, 2006 ; Sierro <i>et al.</i>, 2009) comme en Roya (PACA) (com. pers. Quekenborn, 2012). Enfin, l'espèce ne fréquente pas les monocultures céréalières, les zones urbaines et évite généralement les forêts de résineux (Arthur & Lemaire, 2009a ; com. pers. Julien, 2012) mais ces préférences peuvent varier au cours du cycle annuel (cf. plus loin). Le Grand rhinolophe, comme les autres chauves-souris du genre <i>Rhinolophus</i>, possède une biologie et une morphologie adaptées à un environnement obscur (Norberg & Rayner, 1987 <i>in</i> Stone <i>et al.</i>, à paraître). Par exemple, la vision du Grand rhinolophe est adaptée à une lumière ambiante très faible en raison d'un grand nombre de cônes ((Kim <i>et al.</i>, 2008 ; Muller <i>et al.</i>, 2009) <i>in</i> Patriarca & Debernardi, 2010) : ceux-ci lui permettent de tirer profit d'une lumière très faible et deviennent rapidement saturés lorsque la lumière augmente (Muller <i>et al.</i>, 2009 <i>in</i> Patriarca & Debernardi, 2010). En conséquence, le Grand rhinolophe est majoritairement lucifuge et son habitat est caractérisé par une absence de lumière artificielle.
Taille du domaine vital D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Bontadina <i>et al.</i>, 2002a	Dans l'étude de Bontadina <i>et al.</i> (2002a) réalisée dans le Monmouthshire (Royaume-Uni), le domaine vital d'un Grand rhinolophe est estimé à 6,7 km² (± 0,34). Un domaine vital n'est pas utilisé sur toute sa surface de la même manière. Bontadina <i>et al.</i> (2002a) trouvent qu'en moyenne, il existe un « noyau » couvrant environ 30 % du domaine vital sur lequel se concentre 74 % de l'activité de chasse. Quand le milieu est riche en proies, de très petites parcelles (0,35 ha) peuvent être exploitées pour la chasse (Arthur & Lemaire, 2009a).
Déplacements	
Modes de déplacement et milieux empruntés D'après : Arthur & Lemaire, 2009b Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Billington & Rawlinson, 2006 Jones & Rayner, 1989 Godineau & Pain, 2007	Le Grand rhinolophe vole très bien et est très mobile : il plane, glisse, virevolte, papillonne (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Jones & Rayner, 1989). Ses larges ailes lui permettent une très grande manœuvrabilité (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010). Le vol se fait généralement à basse altitude ou près de la végétation (Jones & Rayner, 1989) : Arthur & Lemaire (2009a) mentionnent un vol entre 0,5 et 2 m au-dessus de la végétation. Toutefois, Billington & Rawlinson (2006) indiquent que les animaux peuvent aussi voler à des hauteurs supérieures, de 2 à 5 m au dessus de la végétation Le Grand rhinolophe chasse principalement à l'affût (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Billington & Rawlinson, 2006). Plus de la moitié de la nuit est passée perché la tête en bas, suspendu aux branches basses qui dépassent de la végétation, en observant le territoire (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Jones & Rayner, 1989). Les proies qui passent sont alors repérées au sonar puis capturées après une poursuite active en l'air ou au sol (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Jones & Rayner, 1989). La chasse à l'affût est particulièrement pratiquée lors des nuits fraîches ou lorsque les concentrations d'insectes sont faibles (Aulagnier <i>et al.</i>, 2010) ou encore par les femelles en fin de gestation pour économiser de l'énergie (Grémillat, 1999 <i>in</i> Godineau & Pain, 2007). Le Grand rhinolophe pratique également le glanage sur le feuillage (Jones & Rayner, 1989 ; Barataud <i>et al.</i>, 1999 ; Huet, 1999 ; Kervyn, 1999 ; Swift & Racey, 2002) <i>in</i> Godineau & Pain, 2007). Le Grand rhinolophe effectue ses entrées et sorties de gîtes en vol ; pour cette raison il recherche des gîtes possédant des ouvertures larges (Godineau & Pain, 2007). Toutefois, des ouvertures larges sont aussi synonymes d'intrusions possibles de la part de prédateurs (chouettes, ...) ou de concurrents (pigeons, ...) (com. pers. Quekenborn, 2012).

Déplacements liés au rythme circadien (cycle journalier) D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b Billington & Rawlinson, 2006 Bontadina <i>et al.</i>, 2002a GMB, 2010 Stone <i>et al.</i>, à paraître	Le Grand rhinolophe émerge relativement tardivement quand la lumière du jour est suffisamment faible pour correspondre à son caractère lucifuge. Cette sortie tardive a également probablement pour objectif de diminuer les risques de prédation (Jones & Rydell, 1994 <i>in</i> Stone <i>et al.</i>, à paraître) et de s'adapter en outre au pic d'émergence de ses insectes-proies (Arthur & Lemaire, 2009a). Le Grand rhinolophe se met donc en chasse généralement plus de 10 minutes après le coucher du soleil (com. pers. Julien, 2012). En cas de diète prolongée, les individus peuvent sortir avant le coucher du soleil (Arthur & Lemaire, 2009a). Ensuite, l'espèce est surtout active pendant les deux premières heures de la nuit (Arthur & Lemaire, 2009a) puis avant le retour matinal au gîte environ une demi-heure avant le lever du soleil (Arthur & Lemaire, 2009a). Le retour au gîte s'effectue souvent par petits groupes suivis d'individus isolés rentrant avant l'aurore (Arthur & Lemaire, 2009a). Le déplacement hebdomadaire de la colonie vers les territoires de chasse se fait de manière routinière en longeant les mêmes haies (Arthur & Lemaire, 2009a). Les animaux se suivent sur plusieurs centaines de mètres puis se dispersent (Arthur & Lemaire, 2009a). Dans le nord de l'Europe, l'espèce chasse généralement à une distance de 2,5 km autour du gîte (Arthur & Lemaire, 2009a). D'autres résultats confirment ces distances moyennes autour du gîte : - entre 1 et 4 km avec de rares maximum à 7 km (Bontadina <i>et al.</i>, 2002a), - 1 km dans les Alpes (Lugon, 1996 <i>in</i> Bontadina <i>et al.</i>, 2002a), - entre 2 et 4 km (Jones & Morton, 1992 <i>in</i> Bontadina <i>et al.</i>, 2002a), - entre 1,6 km et 2,8 km (Duvergé, 1996 <i>in</i> Bontadina <i>et al.</i>, 2002a). Une étude télémétrique réalisée en Suisse a montré que les individus s'éloignaient autour du gîte dans un rayon de 5 km maximum mais 90 % des localisations ont été faites à moins de 1,7 km du gîte de mise-bas (<i>in</i> Arthur & Lemaire, 2009b). En Grande-Bretagne, des individus ont déjà été observés à des distances de 12 à 14 km de leur gîte (Billington, 2001 ; Duvergé 1997) <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006). En Camargue, les adultes s'éloignent davantage du gîte avec des distances en moyenne entre 5 km et 9,8 km (maximum observé : 21 km) (com. pers. Quekenborn, 2012). En Bretagne, des déplacements jusqu'à 10 km sont notés (GMB, 2010). Il est fréquent que les individus qui s'éloignent à plus de 4,5 km de leur gîte habituel rejoignent, après une ou deux heures, un gîte temporaire (bâtiment, porche, cavité) et s'y reposent une heure environ avant de repartir en prospection ou de retourner au gîte principal (Arthur & Lemaire, 2009a ; com. pers. Julien, 2012). L'existence de ces gîtes secondaires permet aux individus d'exploiter des biotopes éloignés ou de se rabattre sur des lieux identifiés en cas de dérangement ou destruction du site principal (Arthur & Lemaire, 2009a). Lorsqu'ils se sont trop éloignés de la colonie, certains individus peuvent aller jusqu'à rester dans un gîte secondaire la journée suivante s'ils ne disposent plus assez d'énergie pour retourner au gîte principal (Billington & Rawlinson, 2006). En cas de changement brutal de conditions météorologiques, les gîtes secondaires peuvent également constituer des solutions de replis permettant aux individus de s'abriter (Billington & Rawlinson, 2006). En moyenne un adulte chasse 3 heures par nuit, cette durée variant en fonction du sexe, de l'âge et du climat (Arthur & Lemaire, 2009a). Les mâles exploitent entre deux et onze terrains de chasse au cours d'une nuit, les femelles peuvent en exploiter jusqu'à 25 (Arthur & Lemaire, 2009a). La proximité entre le gîte et plusieurs terrains de chasse présente plusieurs avantages tels que celui de réduire la compétition intra-spécifique (Billington & Rawlinson, 2006). Les déplacements sont donc fréquents entre gîte et terrains de chasse au cours d'une nuit (GMB, 2010). En une nuit, les animaux peuvent parcourir une vingtaine de kilomètres en tout avec des records jusqu'à 51 km (Arthur & Lemaire, 2009a).
Déplacements liés au rythme plurircadien	Certaines populations changent de territoire de chasse chaque nuit (Arthur & Lemaire, 2009a).
Déplacements liés au rythme circannien (cycle annuel) D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Caubère <i>et al.</i>, 1984 Sierro <i>et al.</i>, 2009	Le Grand rhinolophe est une espèce qui hiberne (Arthur & Lemaire, 2009a). C'est une espèce cavernicole qui passe l'hiver en cavité (Arthur & Lemaire, 2009a). L'hibernation commence vers la fin-octobre (Arthur & Lemaire, 2009a). Le gréganisme domine chez cette espèce : plusieurs colonies peuvent être en jonction dans un même grand essaim et parfois l'ensemble de l'effectif régional se regroupe dans un même gîte sur quelques mètres carrés (Arthur & Lemaire, 2009a). Les petits groupes hivernaux sont le plus souvent des groupes formés de mâles matures en essaim plus lâche (Arthur & Lemaire, 2009a). En Grande-Bretagne une différenciation des gîtes en fonction des classes d'âge a été démontrée en gîte d'hiver : certains gîtes sont fréquentés surtout par des individus de l'année et des subadultes des deux sexes alors que d'autres sont essentiellement occupés par des individus plus âgés (Arthur & Lemaire, 2009a). A la mi-avril l'hibernation prend fin, le Grand rhinolophe constituant l'une des dernières espèces à abandonner le gîte d'hibernation (Arthur & Lemaire, 2009a). Pour la mise bas, les femelles ne rejoignent pas toutes directement leur colonie et peuvent s'arrêter dans des gîtes intermédiaires (Arthur & Lemaire, 2009a). La mise-bas a lieu généralement de la mi-juin à la mi-juillet (Arthur & Lemaire, 2009a). Les femelles mettent au monde leur premier petit entre 2-3 et 5 ans (Arthur & Lemaire, 2009a ; Ransome, 1989 <i>in</i> Sierro <i>et al.</i>, 2009). Leur fertilité est documentée jusqu'à l'âge de 29 ans au moins (Ransome, 1989 <i>in</i> Sierro <i>et al.</i>, 2009) ; par contre, les Grands rhinolophes donnent naissance à un unique petit et trois années sur quatre, en moyenne (Schaub <i>et al.</i>, 2007 <i>in</i> Sierro <i>et al.</i>, 2009). En août, les colonies quittent leur gîte estival (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Ce départ se fait en général brutalement : toute la colonie disparaît du jour au lendemain et se disperse en groupes vers des sites d'hibernation (Arthur & Lemaire, 2009b). Toutefois, en PACA, la situation est différente, avec d'abord une diminution

	nettement visible des colonies puis une diminution plus progressive (com. pers. Quekenborn, 2012). Moins de 20 à 30 km séparent gîtes estivaux et hivernaux (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010). En Bretagne, des distances supérieures à 30 km sont régulièrement observées (GMB, 2010). Sans que cela ne soit considéré comme de réelle migration, des distances encore plus importantes, de l'ordre de la centaine ou de la pluri-centaine sont connues en PACA (com. pers. Quekenborn, 2012). Les records anecdotiques notés sont de 180 km en Espagne et 324 km en Hongrie et 500 km en France (Arthur & Lemaire, 2009a). Cette distance croit avec l'âge : la première année les Grands rhinolophes couvrent en moyenne une quinzaine de kilomètres puis étendent leurs prospections jusqu'à se fixer sur un gîte d'hiver auquel ils resteront fidèles, souvent jusqu'à leur mort (Arthur & Lemaire, 2009a). Cette période (septembre) est également la période des accouplements, dite période de « swarming » : des bandes de dizaines d'individus circulent en tout sens dans et autour des cavités souterraines repérées pour l'hibernation (Arthur & Lemaire, 2009b). A Vex en Suisse, la variation saisonnière des terrains de chasse du Grand rhinolophe a été étudiée (Sierro <i>et al.</i>, 2009) : - au printemps (avril-mai), les individus exploitent avant tout les boisements alluviaux et, dans une moindre mesure, les vergers (Sierro <i>et al.</i>, 2009), - en été (juillet-août), ils chassent surtout dans les pinèdes mixtes, ainsi que dans les vergers à haute tige où ils profitent de l'émergence massive des hannetons (Sierro <i>et al.</i>, 2009). Certaines femelles en phase de lactation ont visité quasi exclusivement des vergers en juillet, peut-être pour s'économiser des déplacements durant cette période, synonyme pour elles de fortes dépenses énergétiques (Sierro <i>et al.</i>, 2009), - en septembre-octobre, les Grands rhinolophes ne montrent pas de tendance particulière dans le choix d'un habitat (Sierro <i>et al.</i>, 2009). C'est aussi une période où les chauves-souris doivent accumuler des réserves de graisses pour passer l'hiver (Sierro <i>et al.</i>, 2009). Ainsi, l'espèce chasse plutôt en forêt au printemps puis exploite plutôt les milieux ouverts avec l'avancée de l'été (Arthur & Lemaire, 2009a). Il existe également une variation saisonnière dans les distances parcourues depuis le gîte. En période de gestation, la plupart des individus chasse dans un rayon de 3-4 km autour de la colonie (Grémillet, 1999 <i>in</i> Godineau & Pain, 2007). Ce sont les femelles allaitantes qui parcourent les plus grandes distances car elles ont les plus gros besoins en proies (Arthur & Lemaire, 2009b). Également à cette période, les femelles peuvent revenir une à deux fois par nuit au gîte pour allaiter leurs petits (Arthur & Lemaire, 2009a). Le Grand rhinolophe montre une grande longévité et les animaux de plus de 15 ans peuvent représenter une part importante d'une population (Arthur & Lemaire, 2009a). Un mâle bagué dans la Sarthe a vécu jusqu'à plus de 30 ans (Caubère <i>et al.</i>, 1984).
ÉCHELLE POPULATIONNELLE	
Organisation des individus au sein d'une population	
Territorialité D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Aulagnier <i>et al.</i> , 2010	Les femelles se regroupent dans des colonies de mise-bas qui comptent le plus souvent entre 20 et 200 individus, parfois jusqu'à 600 (Arthur & Lemaire, 2009a ; com. pers. Julien, 2012), voire jusqu'à 1000 (Aulagnier <i>et al.</i> , 2010). Les mâles sont presque absents des colonies méditerranéennes de mise-bas alors qu'ils composent un quart des effectifs au Pays de galle (Arthur & Lemaire, 2009a). L'hibernation chez le Grand rhinolophe peut se faire en essaim jusqu'à quelques centaines d'animaux (Aulagnier <i>et al.</i> , 2010 ; com. pers. Julien, 2012) mais ces effectifs étaient surtout atteints avant le déclin de l'espèce (com. pers. Julien, 2012).
Densité de population	Aucune information.
Minimum pour une population viable	
Superficie minimale d'une population	Aucune information.
Effectifs minimum d'une population	Aucune information.
ÉCHELLE INTER ET SUPRA POPULATIONNELLE	
Structure interpopulationnelle	Aucune information.
Dispersion et philopatrie des larves/juvéniles	
Age et déroulement de la dispersion	Au bout de sa troisième semaine, les jeunes Grands rhinolophes essayent leurs ailes ; entre 19 et 30 jours ils maîtrisent le vol et peuvent alors commencer à chasser de manière indépendante tout en restant encore en contact avec la mère jusqu'à l'âge de 6 ou 7 semaines (Arthur & Lemaire, 2009a).

D'après : Arthur & Lemaire, 2009a	
Distance de dispersion D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b	Vers 24 jours, les jeunes Grands rhinolophes sortent pour la première fois du gîte de mise-bas (Arthur & Lemaire, 2009b). Ils prospectent au départ à proximité immédiate du gîte, à moins de 100 m puis, vers 29 jours, ils commencent à réellement se disperser sur le territoire des adultes (Arthur & Lemaire, 2009b). A 45 jours, ils s'éloignent jusqu'à 1,5 km et enfin atteignent les déplacements moyens de l'espèce vers le deuxième mois (Arthur & Lemaire, 2009a). En Camargue, les juvéniles s'éloignent en moyenne de 4-5 km autour du gîte de naissance (com. pers. Quekenborn, 2012). Avant leur sevrage (45 jours), les jeunes rentrent au moins une fois par nuit à la colonie, sans doute pour téter (Arthur & Lemaire, 2009b).
Milieux empruntés et facteurs influents D'après : Arthur & Lemaire, 2009a	La mortalité juvénile est généralement peu importante au sein du gîte (moins de 1 %) mais devient forte lors des premières sorties dans les premiers 40 à 45 jours, du fait que les juvéniles augmentent leur zone de chasse et donc les risques d'accidents (Arthur & Lemaire, 2009a). Les juvéniles nés les premiers au printemps ont un taux de survie supérieur à ceux nés tardivement en saison (Arthur & Lemaire, 2009a).
Fidélité au lieu de naissance D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Rossiter <i>et al.</i> , 2002	La philopatrie est particulièrement forte chez les femelles qui sont fidèles à leur lieu de naissance pendant plusieurs années (Rossiter <i>et al.</i> , 2002). Il en résulte donc l'existence de lignées maternelles fortes au sein d'une même colonie (Rossiter <i>et al.</i> , 2002). Une étude génétique a été effectuée en Grande Bretagne sur 15 lignées maternelles composées chacune de 3 à 12 individus sur 10 générations (identifiées grâce aux microsatellites et grâce à des données de baguages sur le long-terme). Les résultats mettent en évidence des taux d'apparentement de 17 à 64 % entre individus d'une même lignée alors que le taux moyen mesuré entre lignées maternelles ou sur l'ensemble des femelles est de 3 % environ (Rossiter <i>et al.</i> , 2002). Les individus d'une même lignée, outre le partage du même gîte, vont également être liés dans leur activité, en fréquentant par exemple les mêmes terrains de chasse sur le territoire de la colonie (Rossiter <i>et al.</i> , 2002). Chez les mâles la philopatrie semble différente. La plupart des mâles immatures feront un seul passage au gîte parental (Arthur & Lemaire, 2009a). D'autres l'adopteront dans un premier temps mais le délaisseront ensuite pour s'installer dans des gîtes périphériques dans un rayon de 10 km (Arthur & Lemaire, 2009a).
Mouvements et fidélité des adultes	
Dispersion/émigration D'après : Billington & Rawlinson, 2006	Dans certains cas, lorsqu'une colonie devient trop importante et que le nombre d'individus sature les ressources alimentaires proches, certains sites satellites normalement utilisés ponctuellement et temporairement peuvent être investis comme de nouveaux gîtes principaux (Schofield, 1996 <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006). Certains individus s'y arrêtent et ne retournent plus au gîte principal (Schofield, 1996 <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006). Au bout de quelques années, le site pourra devenir une colonie à part entière (Schofield, 1996 <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006).
Milieux empruntés et facteurs influents	Aucune information.
Fidélité au site D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b	Pendant toute la période estivale, les femelles sont très fidèles au gîte de mise-bas et à leur territoire de chasse (Arthur & Lemaire, 2009a). Certains mâles ont tendance à être solitaires ; ils restent alors fidèles à leur gîte et l'utiliseront aussi pour les accouplements (Arthur & Lemaire, 2009a). Les Grands rhinolophes sont aussi d'une extrême fidélité à leur site d'hibernation et, à l'intérieur du gîte d'hibernation, ils occupent les mêmes sites d'accrochages d'une année sur l'autre (Arthur & Lemaire, 2009b).
Fidélité au partenaire	Aucune information.
ÉLÉMENTS FRAGMENTANTS ET STRUCTURE DU PAYSAGE	
Sensibilité à la fragmentation	
La fragmentation des habitats dans la conservation de l'espèce D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b Billington & Rawlinson, 2006 CSRPN Auvergne, 2010 CSRPN Limousin, 2010 CSRPN Lorraine, 2010 GMB, 2010 Godineau & Pain, 2007 Nowicki <i>et al.</i> , 2009 Prévost, 2004	La littérature mentionne que, jusqu'à un certain degré, la fragmentation des habitats peut être bénéfique aux chiroptères du genre <i>Rhinolophus</i> et donc au Grand Rhinolophe (Billington & Rawlinson, 2006). Effectivement, la fragmentation peut conduire à un certain degré à l'émergence de réseaux linéaires de types haies, ripisylves, lisières forestières assurant ainsi une jonction entre terrains de chasse de type prairiaux et peut, dans ce cas, s'avérer favorable au Grand rhinolophe (Billington & Rawlinson, 2006). Tout réside dans la proportion et surtout dans le type de fragmentation car ce sont en fait les lisières et les linéaires, ainsi que la « mosaïcité » des milieux, qui sont favorables à l'espèce. Certaines sources de fragmentation peuvent donc, à l'inverse, être une menace importante pour le Grand rhinolophe (Billington & Rawlinson, 2006 ; CSRPN Limousin, 2010) lorsqu'elles engendrent des barrières infranchissables de type zones urbaines, zones éclairées ou routes (com. pers. Quekenborn, 2012). D'une manière générale, la transformation des paysages constitue l'une des causes les plus importantes à l'origine de la disparition des chiroptères, à laquelle s'associe l'utilisation des pesticides (Prévost, 2004). Deux transformations, que constituent l'évolution des espaces agricoles et l'urbanisation, affectent directement le Grand rhinolophe (Billington & Rawlinson, 2006 ; Prévost, 2004). Ces deux transformations impactent en effet la physionomie des milieux recherchés par le Grand rhinolophe, qui repose sur un maillage, réseau structuré de

Rossiter <i>et al.</i>, 2001 Rossiter <i>et al.</i>, 2000 Sierra <i>et al.</i>, 2009 Stone <i>et al.</i>, à paraître Wray <i>et al.</i>, 2005	végétation (CSRPN Auvergne, 2010 ; CSRPN Lorraine, 2010 ; GMB, 2010) et sur la présence de prairies pâturées (Prévost, 2004). Ainsi, la suppression des haies rompt les réseaux de circulation utilisés par les individus (Prévost, 2004) et la disparition des fauches échelonnées des prairies, dont par ailleurs la surface diminue progressivement avec l'extension des zones bâties, réduit les zones de chasses (Sierra <i>et al.</i>, 2009). On peut également citer l'impact du « grignotage » des ripisylves et autres cordons de forêts riveraines qui sont très importants pour l'espèce (com. pers. Quekenborn, 2012). Toutes ces transformations agissent également sur les proies du Grand rhinolophe et amplifient donc indirectement sa régression (Prévost, 2004). Par exemple, la suppression du pâturage extensif raréfie les proies du Grand rhinolophe associées aux déjections du bétail (Prévost, 2004). Les prairies de fauche permanentes exploitées de plus en plus intensivement, ou encore la tendance au labour régulier du sol, détruisent les larves hypogées des coléoptères coprophages ou des hannetons phytophages dont se nourrit le Grand rhinolophe (Lugon, 1996 ; Beck <i>et al.</i>, 1997 ; Duvergé, 1997) in Sierra <i>et al.</i>, 2009). La lumière artificielle nocturne est également responsable d'une forme de fragmentation pour le Grand rhinolophe. En tant qu'espèce lucifuge, le Grand rhinolophe fuit les éclairages même faibles, qu'ils soient proches des gîtes ou sur les terrains de chasse (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Sur un plan local, l'éclairage des bâtiments entraîne donc une nuisance majeure lorsque le bâtiment héberge une colonie : il tend à retarder l'envol des animaux, réduit leur période de chasse et leur gain énergétique (Downs <i>et al.</i>, 2003 in Godineau & Pain, 2007) et les expose aux prédateurs, (Grémillet, 1999 in Godineau & Pain, 2007). Au-delà du gîte lui-même, l'éclairage participe d'un « mitage » du paysage nocturne et engendre aussi bien une dégradation des milieux qu'un isolement des milieux favorables par formation de barrières répulsives et non franchissables. L'éclairage des infrastructures et la lumière des phares peuvent en effet constituer dans certaines conditions des barrières visuelles pour le Grand rhinolophe ((Bickmore & Wyatt, 2003 ; Highway agency, 1999) in Nowicki <i>et al.</i>, 2009). Les infrastructures linéaires de transport ont également un impact fort sur les chiroptères en termes de fragmentation, au-delà des altérations ou de la destruction de leurs habitats (gîtes, espaces de chasse notamment). En effet, elles réduisent ou limitent l'accès aux habitats restants de part et d'autres par un effet « barrière » du à l'ouverture qu'elle engendre dans le paysage, au bruit et à l'éclairage qui leur sont associés ainsi qu'à la mortalité directe qu'elle engendre par collision avec les véhicules (Godineau & Pain, 2007). Ce fractionnement tend à limiter les flux d'individus et doit donc avoir des conséquences sur le fonctionnement des populations (rencontres, flux génétiques, migrations, ...) (com. pers. Quekenborn, 2012). De la même façon que pour les transformations des pratiques agricoles, les infrastructures de transport impactent également les populations d'insectes dont se nourrit le Grand rhinolophe et entraînent là encore des effets amplifiés (Godineau & Pain, 2007). Chaque année les dizaines de millions de véhicules parcourant l'ensemble des routes françaises détruisent plusieurs milliers de tonnes d'invertébrés, avec un impact non évalué sur leurs populations et celles de leurs prédateurs tels que les chauves-souris ((Chambon, 1993 ; com. pers. Barataud, 2007) in Godineau & Pain, 2007). Wray <i>et al.</i> (2005) ont analysé les impacts de la construction d'une nouvelle route nationale sur une population de Grand rhinolophe en Grande Bretagne. Plusieurs impacts négatifs de la route ont été mis en évidence dont une fragmentation de l'espace due : à l'éclairage de cette voie, à la perte de couvert végétal arboré et d'éléments linéaire du paysage servant de routes de vol ou de supports de chasse (Wray <i>et al.</i>, 2005). Alors que ces causes de fragmentation sont bien identifiées, leurs conséquences sur les populations de chiroptères sont plus méconnues. Chez les chiroptères, si la dynamique d'une population à l'échelle d'une colonie est assez bien connue, il n'en est pas de même pour la dynamique des métapopulations (Godineau & Pain, 2007). Les conséquences démographiques de l'isolement des populations n'ont donc pas encore pu être évaluées chez les chiroptères (Godineau & Pain, 2007). Il convient cependant d'éviter un isolement génétique des populations grâce à une approche de la protection à une échelle globale (Godineau & Pain, 2007). En effet, la réduction de la dispersion, la consanguinité et d'autres phénomènes associés aux populations génétiquement isolées par fragmentation peuvent affecter une population de Grand rhinolophe (Duvergé, 1996 in Billington & Rawlinson, 2006). Par exemple, Rossiter <i>et al.</i> (2001) ont étudié les facteurs influençant le taux de survie des jeunes de Grands rhinolophes sur leurs sept premières années dans une colonie de Grande-Bretagne. Leur étude porte à la fois sur des caractéristiques phénotypiques et génétiques (Rossiter <i>et al.</i>, 2001). Leurs résultats montrent que les individus issues de lignées non consanguines ont un taux de survie juvéniles significativement plus important que les autres pendant leurs deux premiers étés (Rossiter <i>et al.</i>, 2001). Cette survie juvénile plus importante est due à l'interaction de plusieurs gènes et dans le même temps n'est pas corrélée aux différents facteurs phénotypiques testés (poids, sexe, taux de croissance, longueur du 5^{ème} doigt, ...) (Rossiter <i>et al.</i>, 2001). Les auteurs en concluent que le maintien d'un flux génétique entre différentes populations est un facteur essentiel pour assurer la stabilité et la croissance d'une colonie (Rossiter <i>et al.</i>, 2001). Au Royaume-Uni, le déclin prononcé du Grand rhinolophe a amené à des populations aujourd'hui très fragmentées (Rossiter <i>et al.</i>, 2000). Des analyses génétiques ont montré que les colonies entre le Pays de Galles et l'Angleterre sont génétiquement isolées (Rossiter <i>et al.</i>, 2000). Jones (com. pers., date inconnue in Billington & Rawlinson, 2006) a également montré par analyses génétiques qu'une population de Grand rhinolophe située dans le Pembrokeshire (Pays de Galles) était génétiquement déconnectée de populations situées en Angleterre, dans le Somerset (distante de 160 km environ à vol d'oiseau) et le Gloucestershire (distante de 180 km environ à vol d'oiseau).
Importance de la structure paysagère D'après : Arthur & Lemaire, 2009a	Le Grand rhinolophe recherche les milieux mixtes semi-ouverts et surtout bien structurés (Arthur & Lemaire, 2009a ; GMB, 2010 ; Sierra <i>et al.</i>, 2009). Les bocages constituent ainsi son milieu de prédilection, le réseau de haies jouant semble-t-il trois rôles prédominants : - il guide les Grands rhinolophes à travers leur territoire de chasse par nuit noire (Arthur & Lemaire, 2009a ; Billington & Rawlinson, 2006). Le Grand rhinolophe emprunte en effet un même chemin chaque nuit en suivant généralement

Arthur & Lemaire, 2009b Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Billington & Rawlinson, 2006 GMB, 2010 Godineau & Pain, 2007 Sierro <i>et al.</i>, 2009	une haie ou un alignement d'arbres (ce chemin est nommé couramment « route de vol »). La présence de corridors est donc primordiale autour des colonies ((Barataud <i>et al.</i>, 1999 ; Arthur, 1999 ; Grémillet, 1999) <i>in</i> Godineau & Pain, 2007). En règle générale, les terrains de chasse, le gîte principal et les gîtes satellites sont reliés par des corridors de type haies, ripisylves ou alignements d'arbres (Billington & Rawlinson, 2006). Ces corridors sont particulièrement importants pour les jeunes (com. pers. Quekenborn, 2012), - il permet aux Grands rhinolophes de se percher afin de pratiquer la chasse à l'affût (Arthur & Lemaire, 2009b ; Billington & Rawlinson, 2006). Les alignements d'arbres et les grandes haies qui bordent les pâturés utilisés par des bovins offrent en effet des possibilités importantes de supports pour pratiquer ce type de chasse (Arthur & Lemaire, 2009b). Les bovins broutent les branches les plus basses de ces structures végétales et créent ainsi un espace sous branches hautes auxquelles les Grands rhinolophes se suspendent (Arthur & Lemaire, 2009b). Le même phénomène se produit en lisière forestière en présence de cervidés (Arthur & Lemaire, 2009b), - il permet aux Grands rhinolophes de se cacher et d'être par conséquent moins exposés à la prédation, par exemple par les rapaces diurnes qui peuvent encore être actifs au crépuscule (Arthur & Lemaire, 2009b). Le fait est que le Grand rhinolophe est capable sur un plan physique de traverser plusieurs centaines de mètres sans végétation en milieu ouvert (Godineau & Pain, 2007), il volera alors au raz du sol et très rapidement (Arthur & Lemaire, 2009a), mais il préfère rester à l'abri de la végétation (Godineau & Pain, 2007). La traversée de milieux ouverts se fera donc essentiellement si aucune autre route de vol n'est possible (Jones <i>et al.</i>, 1995 <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006). Pour les juvéniles encore malhabiles, cette végétation est essentiellement en sortie du gîte de mise-bas (Arthur & Lemaire, 2009b) ; elle leur offre une protection contre les prédateurs, un abri contre les intempéries et un réservoir de nourriture (com. pers. Quekenborn, 2012). Ainsi, en Camargue, les juvéniles chassent essentiellement au sein de la ripisylve et très peu en milieu ouvert (com. pers. Quekenborn, 2012). Ces fonctions de la végétation sont également essentielles pour les individus en transit (com. pers. Quekenborn, 2012). La végétation joue donc un rôle prédominant dans le déplacement de l'espèce mais détermine aussi son cycle journalier. Par exemple, plus la végétation sera dense autour du gîte plus les Grands rhinolophes sortiront tôt dans la soirée car ils pourront s'y protéger des prédateurs (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b ; Billington & Rawlinson, 2006). En conséquence, une haie brutalement éclaircie pourra retarder de 20 à 30 minutes son utilisation par les Grands rhinolophes pour s'adapter à cette visibilité nouvelle (Billington & Rawlinson, 2006). La présence d'une végétation riche est importante même autour du gîte d'hibernation (Arthur & Lemaire, 2009b ; Billington & Rawlinson, 2006). En effet, en cas de redoux, les Grands rhinolophes peuvent se remettre à chasser ponctuellement en hiver dans les secteurs bien ensoleillés avec un fort couvert végétal (Arthur & Lemaire, 2009b ; Billington & Rawlinson, 2006). Par ailleurs, à leur sortie de léthargie, une végétation riche à proximité leur permettra de trouver plus rapidement des proies pour reconstituer leurs réserves épuisées pendant l'hiver (Arthur & Lemaire, 2009b).
Exposition aux collisions D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Arthur & Lemaire, 2009b Billington & Rawlinson, 2006 CSRPN Limousin, 2010 Godineau & Pain, 2007 Nowicki <i>et al.</i>, 2009 Planckaert, 2010	Les Rhinolophes sont particulièrement sensibles aux collisions (CSRPN Limousin, 2010 ; (Cotrel, 2004 ; Arthur, 2006 ; Néri, 2006) <i>in</i> Godineau & Pain, 2007) et constitueraient même les chauves-souris les plus exposées à cette menace (Nowicki <i>et al.</i>, 2009). Il semble que leur sonar de courte portée les conduise souvent à voler en rase-motte et traverser les routes au niveau du sol (Nowicki <i>et al.</i>, 2009). Le fait que ces animaux soient nocturnes, leur taille et leur poids ne facilitent pas le référencement des collisions (Arthur & Lemaire, 2009b) mais l'exposition des Chiroptères aux collisions commence à être relativement documentée (com. pers. Quekenborn, 2012). Une étude a été réalisée aux environs de Bourges afin d'évaluer la mortalité routière des chauves-souris en général (Arthur & Lemaire, 2009b). Une étude vient aussi d'être menée plus spécifiquement sur le Grand rhinolophe en Camargue (Planckaert, 2010). D'une manière générale, l'ampleur de la menace dépend entre autres de la distance entre le gîte et l'infrastructure et des caractéristiques de cette dernière (trafic, nombre de voies, profil...) (Godineau & Pain, 2007). Les infrastructures à forte emprise telles que les autoroutes sont particulièrement meurtrières (Lugon & Roué, 2002 <i>in</i> Godineau & Pain, 2007). Les poids lourds ont un impact très fort compte tenu de leur part importante dans le trafic nocturne, de leur volume, de leur vitesse de circulation et des turbulences qu'ils occasionnent dans l'air et qui happe vraisemblablement les chauves-souris vers la collision (Arthur & Lemaire, 2009b). Il n'existe pas d'étude sur le rail mais les lignes à grande vitesse (LGV) peuvent être suspectées d'occasionner également une mortalité élevée chez les Chiroptères compte tenu de leur vitesse de circulation (Arthur & Lemaire, 2009b). Il existe deux pics de mortalité par collision au mois de mai et en août-septembre lorsque les déplacements des animaux sont très importants (Nowicki <i>et al.</i>, 2009). Ces deux périodes correspondent respectivement à la sortie d'hibernation où les individus doivent fortement s'alimenter puis à la période pré-hibernatoire où les individus doivent constituer des réserves en prévision de l'hiver (Nowicki <i>et al.</i>, 2009). La période de dispersion des jeunes à la fin de l'automne est également une période meurtrière car les jeunes inexpérimentés sont très vulnérables aux collisions (Nowicki <i>et al.</i>, 2009 ; com. pers. Quekenborn, 2012). La construction d'une nouvelle route semble posséder un impact particulièrement fort dans ses premiers temps de fonctionnement. Malgré l'existence d'une route nouvelle, les chauves-souris vont en effet tout d'abord continuer à passer là où elles passaient avant sa construction même si l'espace entre canopées de part et d'autre de la route n'est pas optimal pour elles (Billington & Rawlinson, 2006). Puis leur route de vol se modifiera au bout de quelques mois (Billington & Rawlinson, 2006), elles vont alors rechercher les points de la route où l'espace entre les canopées latérales est minimal (com. pers. Matthews, date inconnue <i>in</i> Billington & Rawlinson, 2006).

	La littérature mentionne l'existence d'un comportement particulier chez le Grand rhinolophe avant de franchir une route : certains individus montrent une grande prudence, tournent dans la partie canopée des arbres en attendant une baisse du trafic (certains se perchent, d'autres chassent un court instant), puis traversent d'un coup très près du bitume dès qu'une période plus calme arrive (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Ce comportement d'attente a été noté dans l'est et le centre de la France, en Camargue (com. pers. Cosson, date inconnue <i>in</i> com. pers. Julien, 2012) ainsi qu'en Angleterre et semble être typique du Grand rhinolophe (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Toutefois, ce comportement reste risqué pour des juvéniles inexpérimentés (com. pers. Quekenborn, 2012). Pour franchir un obstacle de type route, les Grands rhinolophes peuvent également opter pour rejoindre d'éventuels ponts afin d'en longer la gouttière métallique ou bien de passer par dessous (Planckaert, 2010). Cette solution, si elle leur permet de limiter le risque de collision, peut toutefois les amener à entreprendre des détours importants par rapport à leur route de vol habituelle (Planckaert, 2010).
Actions connues de préservation/restauration de continuité écologique dédiées à l'espèce	
Éléments du paysage D'après : Billington & Rawlinson, 2006 English nature, 2003	Bien que le maintien des cavités en tant que telles est une condition nécessaire à la pérennité d'une population de Grand rhinolophe, il est aujourd'hui acquis que cela n'est pas suffisant (English nature, 2003). La conservation d'une population de Grand rhinolophe passe par une approche à l'échelle du paysage prenant en compte l'environnement des cavités mais aussi d'autres espaces fréquentés par les Grands rhinolophes notamment pour leur chasse (English nature, 2003). Le Gouvernement britannique a réalisé une brochure sur la manière de conduire un paysage agricole optimal pour le Grand rhinolophe, qui préconise (English nature, 2003) : - le maintien de prairies pâturées sur des parcelles de petite taille et comportant des arbres isolés, notamment les grands et vieux arbres, à l'intérieur (English nature, 2003). Favoriser des pâtures les plus diverses possibles. Éviter tout usage de produits chimiques, vermifuges en particulier, sur le bétail qui affecterait les insectes bousiers (English nature, 2003), - le maintien et la restauration de haies autour des parcelles de pâturage voire à l'intérieur des parcelles trop vastes (English nature, 2003). Les haies doivent être connectées entre elles de façon à former un réseau et doivent mesurer 3 m de haut au moins (English nature, 2003). Les haies doivent également disposer d'une base large pouvant servir de guide pour les routes de vol : 3 à 6 m de large sont nécessaires (English nature, 2003) et 10 mètres sont plus favorable encore pour une haie mûre (com. pers. Quekenborn, 2012). Enfin, la conduite des haies doit favoriser les arbres « perchoirs » adaptés à la chasse à l'affut pratiquée par le Grand rhinolophe (English nature, 2003) ; - maintenir des espaces interstitiels sans culture ni pâturage de type bandes enherbées entre les haies et les parcelles (English nature, 2003), - le maintien voire la replantation des boisements de feuillus, surtout si ceux-ci comportent des clairières d'au minimum de 10 à 15 m de large (English nature, 2003). Des boisements « îlots » ou des ceintures boisées en périphérie des pâtures sont également très bénéfiques (English nature, 2003), - le maintien des vergers dits « traditionnels » dont la configuration optimale est sous la forme de plusieurs rangées de vieux fruitiers permettant un étage sous-branche dégagé et où l'usage de pesticide doit être minimal (English nature, 2003), - le maintien ou la recréation de mares et autres habitats aquatiques ou semi-aquatiques, très riches en insectes (English nature, 2003). Billington & Rawlinson (2006) proposent une série de préconisations optimales pour le Grand rhinolophe en fonction de la surface étudiée autour de la colonie. Ainsi, dans un rayon de : - 1 km : il est vital de maintenir une couverture végétale et des éléments de jonction de type haies et alignements d'arbres (voire des sections de murets et de clôtures) entre terrains de chasse que constituent les prairies pâturées ; - 1 à 3 km : le réseau de haies doit être maintenu ainsi que les prairies pâturées et les zones humides et que tout habitat linéaire pouvant jouer le rôle de lien, - 3 à 7 km : des zones avec haies autour des pâtures et des habitats « liens » restent essentiels, - 7 à 10 km : seule une faible partie du paysage à cette échelle sera utilisé pour la chasse mais des routes de vol doivent être maintenues pour permettre le transit vers de gîtes secondaires, - plus de 7 km : l'important est surtout de diminuer autant que possible l'éclairage artificiel afin de permettre, le cas échéant, le passage des Grands rhinolophes.
Franchissement d'ouvrages D'après : Godineau & Pain, 2007 Nowicki <i>et al.</i>, 2009 Renaut, 2012 Wray <i>et al.</i>, 2005	Wray <i>et al.</i> (2005) ont préconisé dans leur étude un certain nombre de mesures pour réduire les possibilités de collision entre véhicules et Grands rhinolophes dans le cadre de la construction d'une nouvelle route. Selon eux, il est nécessaire d'éloigner les Grands rhinolophes des abords de la voies en les dissuadant de venir chasser le long, et dans le même temps d'offrir des points de franchissements sûrs là où les chauves-souris sont connus pour transiter. Pour cela, ils préconisent : - le maintien des éléments linéaires du paysage (alignements d'arbres, haies, ...) perpendiculaires à la route pour attirer les chauves-souris loin de la route, - de laisser une large bande d'habitat pauvre le long de la voie (végétation, absence de perchoirs, ...) pour dissuader les chauves-souris de venir chasser sur les abords, - de mettre en place des passages inférieurs à la route sur les chemins de passages connus des chauves-souris, - de supprimer l'éclairage de la route à ces points de passage afin de les maintenir dans un environnement nocturne attrayant pour les Grands rhinolophes. Concernant les ouvrages de franchissement, d'une manière générale, les chiroptères peuvent en utiliser de divers types, supérieurs ou inférieurs (Godineau & Pain, 2007). Le point le plus important reste de guider les individus vers

ces passages et de favoriser leur utilisation par exemple par l'élévation du vol pour un passage supérieur ((Lemaire & Arthur, 1999 ; Sétra-Medd, 2005) *in* Godineau & Pain, 2007). La végétation environnante possède donc autant sinon plus d'importance que l'ouvrage de franchissement lui-même.

En France, il existe peu d'ouvrages de franchissement spécialement conçus pour les chauves-souris, que l'on peut appeler des chiroptéroducts. Récemment, un ouvrage de ce type vient d'être achevé et installé dans le Sud-Ouest (Renaut, 2012). Le passage permet le franchissement de l'autoroute A 65 entre le diffuseur de Roquefort et celui du Caloy dans les Landes (40) (Renaut, 2012). Il s'agit d'un ouvrage supérieur de 56 m de long, 3 m de large, 3 m de haut et ouvert sur le dessus (Renaut, 2012). Le coût s'élève à 500 000 euros, ce prix comprenant l'ensemble de l'opération, y compris les plantations de guidage de part et d'autre de l'ouvrage (Renaut, 2012). Le choix du point d'implantation du chiroptéroduct a été fait sur la base des informations connues sur les routes de vol des chauves-souris (Renaut, 2012). Cet ouvrage se situe ainsi à proximité immédiate d'un vallon, classé en Natura 2000, identifié depuis longtemps comme un couloir de vols pour les chauves-souris qui passent en nombre à l'automne (Renaut, 2012). Une quinzaine de couloirs de vol ont été identifiés sur le trajet de l'A65 entre Lescar et Captieux et d'autres passages pour chauves-souris ont donc été aménagés mais ils sont souterrains (Renaut, 2012). Les passages sous-route sont en effet aussi fonctionnels si leurs dimensions sont adéquates (sections 3 m x 3 m) (com. pers. Quekenborn, 2012).

Dans la mesure où ce type d'aménagements spécifiques est encore très récent, il est difficile de juger de son efficacité à long terme. Néanmoins, celle-ci est conditionnée par une connaissance précise de l'ensemble des espèces, de leurs axes de déplacement et de leurs modes d'occupation de l'espace (connections, gîtes, aires de chasse), mais aussi par une gestion adaptée de la végétation environnante.

Des mesures d'atténuation des impacts sont aussi possibles, notamment :

- au Pays de Galles, la lumière est utilisée comme effarouchement pour éloigner les Rhinolophes des points particulièrement accidentogènes par la pose de bornes lumineuses de 1 m de haut tous les 10 m de part et d'autres d'une route (Nowicki *et al.*, 2009). Toutefois, cette solution revient à augmenter globalement la pollution lumineuse ce qui ne diminue pas le phénomène de fragmentation et n'est donc pas idéal,
- la plantation d'arbres en îlots sur les remblais latéraux serait une solution possible pour créer des « aires d'attentes » pour les Grands rhinolophes le temps qu'une fluidification du trafic se fasse sentir pour traverser (Bickmore & Wyatt, 2006 ; Lemaire & Arthur, 1999) *in* Nowicki *et al.*, 2009).

INFLUENCE DE LA MÉTÉOROLOGIE ET DU CLIMAT

Le climat influe en premier lieu sur les limites de l'aire de répartition du Grand rhinolophe qui est présent jusqu'à 1500 m d'altitude (Arthur & Lemaire, 2009a). En dessous de cette altitude, le climat reste un facteur déterminant. Par exemple, l'accumulation d'hivers longs ou de printemps pluvieux peut entraîner jusqu'à 50 % de mortalité au sein d'une colonie (Arthur & Lemaire, 2009a). Les individus les plus résistants au froid sont majoritairement les femelles âgées, qui sont donc les moins fertiles, ce qui fait qu'après de tels événements, plusieurs décennies sont nécessaires pour qu'une colonie se reconstitue (Arthur & Lemaire, 2009a).

De façon plus précise, le climat influe le Grand rhinolophe aux différentes étapes de son cycle biologique.

> Concernant l'hibernation, le climat joue sur :

- le choix du site d'hibernation : l'hygrométrie est souvent saturée dans les gîtes d'hiver avec une température optimale entre 7°C et 9°C (Arthur & Lemaire, 2009 ; Stebbings, 1988 *in* Sierro *et al.*, 2009). Quand l'hiver est doux, les individus peuvent temporairement hiberner sous des charpentes et non en cavités souterraines où elle a lieu dans le cas général (Arthur & Lemaire, 2009b). Ce phénomène est constaté en Bretagne par exemple (Arthur & Lemaire, 2009),
- la date d'entrée en hibernation et la date de sortie qui sont totalement conditionnées par la température et donc variable d'une année sur l'autre en fonction des aléas climatiques. Ainsi, l'espèce peut être temporairement active en hiver comme en Bretagne ou en Méditerranée (Arthur & Lemaire, 2009a). A l'inverse, en cas de mauvais temps après la sortie d'hibernation, les groupes cavernicoles peuvent se reconstituer temporairement même à la mi-avril (Arthur & Lemaire, 2009a),
- les chances de passer ou non l'hiver. Les mâles qui débutent l'hibernation avec peu de réserves, sont parfois contraints de se réveiller au cours de l'hiver pour aller chasser tout comme les juvéniles peu expérimentés (Arthur & Lemaire, 2009a). Ils seront alors les plus touchés en cas de froid rigoureux ou de printemps tardif (Arthur & Lemaire, 2009a),
- le déplacement possible d'individus en pleine hibernation. Sous l'effet de perturbations climatiques importantes ou répétées les Grands rhinolophes peuvent entreprendre en pleine hibernation des déplacements de masse (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Alors que les animaux sont tous plongés dans une léthargie profonde, la colonie sort du sommeil hivernal en 20 à 30 minutes puis la quasi-totalité de l'essaim se retrouve dans un nouveau gîte distant de plusieurs de plusieurs kilomètres (Arthur & Lemaire, 2009a ; Arthur & Lemaire, 2009b). Les Grands rhinolophes disposent d'une bonne connaissance des sites d'hibernation de leur secteur et peuvent changer de cette façon de sites très rapidement (Arthur & Lemaire, 2009b).

> Concernant la période d'estivage, le climat joue sur :

- l'après hibernation : à partir de la mi-avril, les Grands rhinolophes sortent de manière variable selon les températures avant d'être complètement fixés sur un bâtiment choisi comme gîte d'été en mai et pour le restant de l'été (Arthur & Lemaire, 2009a),
- le positionnement des individus dans le site d'estivage : les femelles se regrouperont en essaim sous le toit si les températures se rafraichissent ou au contraire se dissocieront vers les zones les moins chaudes des combles si les températures deviennent supérieures à 30 °C (Arthur & Lemaire, 2009a).

> Concernant la mise-bas, le climat joue sur :

- le type de gîtes car les femelles ont besoin d'une température maintenue au-dessus de 25°C (Arthur & Lemaire, 2009b) et les gîtes adéquates sont donc différents selon la situation géographique. Ainsi, dans le Sud de son aire de répartition, les Grands rhinolophes occupent des sites hypogés de type grottes, mines ou caves de château (Arthur & Lemaire, 2009a). Dans le Nord de l'aire de répartition, comme en Lorraine par exemple, les sites fréquentés offrent une température de 15°C en moyenne et c'est alors le nombre important d'animaux dans l'essaim qui permet d'assurer une thermorégulation (Arthur & Lemaire, 2009a). Cette thermorégulation du groupe devient parfois difficile à assurer compte tenu du faible nombre d'individus que comportent aujourd'hui certaines colonies ayant régressé ; dans ces cas, les individus sont contraints à l'exode vers des lieux plus

chauds,

- les dates de mise-bas : les naissances peuvent être plus tardives en cas de mauvaises conditions météorologiques et de températures basses qui ont forcé les femelles à prolonger leur léthargie et ont donc ralenti le développement embryonnaire (Arthur & Lemaire, 2009a),

- le taux de reproduction de la colonie (Godineau & Pain, 2007).

Une étude menée en Suisse a montré que la mortalité des jeunes dans la colonie et les précipitations de la dernière décade de juin sont corrélées positivement (Sierro *et al.*, 2009). Cela laisse supposer que les pluies limitent fortement l'activité des proies de grande taille que recherchent les Grands rhinolophes ou que ces précipitations les empêchent de chasser efficacement avec leur système sonar ((Jones, 1990 ; Lugon, obs. pers.) in Sierro *et al.*, 2009). Cette situation peut avoir des répercussions sur le succès reproducteur des femelles, l'alimentation des nouveau-nés et leur survie dans la colonie (Sierro *et al.*, 2009).

Les seuls écarts de température pouvant exister entre une forêt et une prairie suffisent à privilégier les colonies situées proches des massifs boisés car la majorité des insectes se mettent en mouvement quand la température atteint 6 à 10 °C (Arthur & Lemaire, 2009b). A long terme, ces différences pourtant subtils peuvent suffire pour avoir une incidence variant de 30 à 38 % sur le nombre de jeunes à l'envol (Arthur & Lemaire, 2009b).

L'effet du réchauffement climatique sur les populations de chiroptères en France reste inconnu à l'heure actuelle. Toutefois, on peut supposer, au regard de cette forte influence du climat, que les conséquences peuvent être importante et affecter *a minima* l'aire de répartition de l'espèce, le succès reproducteur (Godineau & Pain, 2007) et le type de gîte occupé. Par exemple, le réchauffement climatique pourrait amener l'espèce à coloniser plus régulièrement dans son aire septentrionale les types de gîtes qu'elle occupe pour le moment dans le Sud (Arthur & Lemaire, 2009a).

POSSIBILITÉS DE SUIVIS DES FLUX ET DÉPLACEMENTS

L'une des techniques les plus efficaces pour suivre les déplacements du Grand rhinolophe est le radiopistage (ou radiotracking) (Bontadina *et al.*, 1999 ; Caroff, 2002). Les individus sont préalablement équipés d'émetteurs radio lors d'une session de capture. Relâchés, ils sont ensuite suivis pendant plusieurs nuits à l'aide de récepteurs. La prise de l'azimut (angle sur le plan horizontal entre la direction du signal perçu et le Nord) au même moment, vers un même individu et par 3 observateurs éloignés permet ensuite par triangulation de localiser sur une carte la position de l'individu suivi. Un individu peut également être « pisté » grâce au signal qu'il émet afin de se trouver précisément à sa verticale (« Homing in ») et de récolter ainsi sa position exacte grâce à un GPS. L'accumulation de points de position pendant plusieurs jours et sur plusieurs sessions permet ensuite de retracer les chemins suivis par les individus, d'en comprendre leur cycle journalier, l'exploitation de leur territoire ou encore leur préférence en terme d'habitats et également de détailler toutes ces informations en fonction du sexe, de l'âge ou encore de la saison.

Le baguage, tel que pratiqué sur les oiseaux et qui permet lui aussi de suivre les déplacements d'individus bagués recapturés, a également été pratiqué par le passé sur les chauves-souris. Cependant, cette technique s'est accompagnée d'un manque de formation, de rigueur et d'encadrement (baguages hors du gîte, « décollement » des individus au balai, relâchés des individus bagués loin de leur gîte, ...) qui ont occasionné une perturbation et une mortalité certaines sur les colonies baguées (Arthur & Lemaire, 2009b). Depuis 1976, le baguage n'est plus pratiqué en France (Aulagnier, 2005 in Hutterer *et al.* 2005 in com. pers. Marmet, 2012).

Par ailleurs, la pose d'ANABATs sur des corridors suspectés est un bon moyen pour vérifier et quantifier le passage des chiroptères (com. pers. Quekenborn, 2012). Cette technique fonctionne bien pour les Rhinolophes (com. pers. Quekenborn, 2012).

Enfin, les analyses génétiques d'individus permettent de connaître l'éloignement entre populations ou encore la diversité génétique à l'intérieur d'une population. Elles permettent également de reconstituer l'historique de colonisation et de déplacements de l'aire de répartition et de comprendre par exemple l'impact des périodes de glaciations (Flanders *et al.*, 2011 ; Rossiter *et al.*, 2001 ; Rossiter *et al.*, 2000 ; Rossiter *et al.*, 2007).

ESPÈCES AUX TRAITS DE VIE SIMILAIRES OU FRÉQUENTANT LES MÊMES MILIEUX

Autres chiroptères cavernicoles

D'après :

Aihartza *et al.*, 2003
Arthur & Lemaire, 2009a
Arthur & Lemaire, 2009b
Aulagnier *et al.*, 2010
Bensettiti & Gaudillat, 2002
Bontadina *et al.*, 2002b
Cosson *et al.*, 2003
Godineau & Pain, 2007
Goiti *et al.*, 2006
Kerbioui *et al.*, 2011
Lodé, 2000
Nemoz, 2007
Reiter, 2004
Russo *et al.*, 2002
Stone *et al.*, à paraître
Stone *et al.*, 2009

Une grande partie des éléments indiqués pour le Grand rhinolophe peuvent être rapporté au Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)) qui est une espèce très proche.

Le Petit rhinolophe est le Rhinolophe le plus septentrional (Aulagnier *et al.*, 2010). Cette espèce a étendu son aire de répartition au nord de la zone où il est strictement cavernicole en profitant très probablement des conditions optimales de température dans les combles de bâtiments en période estivale (Brosset, 1977 in Godineau & Pain, 2007). Pour autant, le Petit rhinolophe semble dans un état de conservation défavorable et il est en forte régression dans le nord de la France (Godineau & Pain, 2007).

Le Petit rhinolophe occupe les forêts ouvertes, parcs, vergers, bocages, prairies, jusqu'à 2000 m d'altitude dans les Alpes (Aulagnier *et al.*, 2010). Néanmoins, la présence de boisements semble être un facteur relativement important (Bontadina *et al.*, 2002b). Dans son étude, Reiter (2004) a montré que la taille d'une colonie de mise-bas est corrélée à la présence de boisements présents à proximité.

Les gîtes de mise-bas du Petit rhinolophe se situent sous les toits de bâtiments au nord de son aire, dans les grottes, caves et autres sites souterrains voire des ruines (Aulagnier *et al.*, 2010). Les chaufferies dans des caves sont parfois utilisées par le Petit rhinolophe (Godineau & Pain, 2007).

Le Petit Rhinolophe est typique des espèces qui ont su profiter de la présence des humains dans leur gestion extensive en zone rurale (Cosson *et al.*, 2003). Il a ainsi conquis de nouveaux territoires grâce aux constructions couvertes que sont par exemple, les granges, les greniers ou les cabanons (Cosson *et al.*, 2003). Dans le Luberon, la population des cabanons représente plus du quart de la population reproductrice totale des communes inspectées (Cosson *et al.*, 2003).

Les colonies de mise-bas comptent en général entre 10 et 50 individus femelles (Aulagnier *et al.*, 2010). Il hiberne isolé souvent près du sol avec parfois jusqu'à 500 individus dans un site (Aulagnier *et al.*, 2010).

Une colonie de Petit rhinolophe utilise généralement un espace de 10 à 20 km² (Godineau & Pain, 2007). La majorité des individus reste dans un rayon de 2 km autour du gîte de mise-bas et s'éloigne peu entre gîte estival et gîte d'hivernation ((Barataud, 1999 ; Huet & François, 2003) in Godineau & Pain, 2007). Dans leur étude, Bontadina *et al.* (2002b) mesurent un domaine vital de 12 à 53 ha. Un individu fut observé à 4,2 km du gîte mais dans 50 % des observations, les chauves-souris furent observées dans un rayon de 600 m autour du gîte de mise-bas. Les auteurs estiment la densité d'individus à 5,8 individus par hectare dans un rayon de 200 m autour du gîte puis celle-ci diminue à 0,01 dans un rayon de 1200 m (Bontadina *et al.*, 2002b). Néanmoins, les auteurs préconisent pour cette

espèce des mesures de conservation dans un rayon de 2,5 km autour du gîte de mise-bas (Bontadina *et al.*, 2002b). La survie d'une population de Petit rhinolophe sera largement conditionnée par l'existence de gîtes de reproduction, d'hibernation et de transit répartis sur son domaine vital selon un réseau plus ou moins dense (Cosson *et al.*, 2003).

Le Petit rhinolophe est sédentaire comme le Grand rhinolophe. Les mouvements sont généralement inférieurs à 10 km (Aulagnier *et al.*, 2010) mais ils peuvent être bien supérieurs : en PACA (Lubéron), une juvénile baguée dans son gîte de reproduction (grange) a été trouvée en hibernation (grotte) à 18 km puis est retournée à son gîte au printemps suivant (donnée Groupe chiroptères de Provence *in com. pers.* QUEkenborn, 2012).

Comme le Grand rhinolophe, il suit des routes de vols bien définie et est donc très attaché aux haies et à la structure de la végétation (Aulagnier *et al.*, 2010). Durant la nuit, les individus passent fréquemment d'un terrain de chasse à un autre (Godineau & Pain, 2007). Ces terrains peuvent être morcelés mais doivent être reliés entre eux par des éléments linéaires servant de corridors (haies, ripisylves...) (Godineau & Pain, 2007). En l'absence de tels corridors les individus d'une colonie doivent souvent se contenter de terrains de chasse plus accessibles, mais moins favorables pour leur alimentation, ce qui pourrait nuire au taux de reproduction de la colonie (*com. pers.* Lemaire, date inconnue *in* Godineau & Pain, 2007).

Contrairement au Grand rhinolophe, le Petit rhinolophe pratique très occasionnellement la chasse à l'affût (Godineau & Pain, 2007) et semble la réserver essentiellement pour des grosses proies qu'il a du mal à capturer par glanage en vol (Jones & Rayner, 1989 *in* Godineau & Pain, 2007).

Comme le Grand rhinolophe, le Petit rhinolophe est très fidèle à ses gîtes ; en Provence, des colonies sont connues dans des bâtiments depuis plus d'une cinquantaine d'années (Cosson *et al.*, 2003).

Stone *et al.* (2009) ont testé les effets de la pollution lumineuse sur le Petit rhinolophe en installant le long de voies de déplacement empruntées par les individus, des lampes de sodium haute pression identiques à celles pouvant exister au bord des routes. Leurs résultats montrent une baisse d'activité très significative du Petit rhinolophe et un changement dans le comportement de déplacement et l'utilisation des routes de vols (Stone *et al.*, 2009).

Stone *et al.* (à paraître) ont cherché à tester l'impact des lampes de type LED sur l'activité des chauves-souris ayant l'habitude de voler le long des structures linéaires végétales (haies, ...) comme le Petit rhinolophe. Ce dernier ressort alors comme l'une des espèces les plus affectées négativement par les LED. Des LED disposées le long d'une haie provoquent ainsi une diminution sévère de l'activité de vol et une modification du comportement de déplacement (Stone *et al.*, à paraître). A l'inverse, sur le côté non éclairé des haies, aucune modification de l'activité n'est notée (Stone *et al.*, à paraître). L'expérience confirme également le caractère lucifuge du Petit rhinolophe avec 44 % des individus évitant carrément la lumière : ils choisissent alors de survoler la haie s'en éloigner, de rebrousser chemin avant même d'atteindre la haie et lorsqu'ils tolèrent de la longer ils le font largement à distance au-dessus ou largement à distance sur le côté (Stone *et al.*, à paraître).

Enfin, les résultats des auteurs permettent de mettre en évidence qu'à intensité lumineuse égale, la différence d'impacts causés entre lampes à sodium et les LED est minime et que les deux ont donc un effet dramatique de réduction de l'activité du Petit rhinolophe (Stone *et al.*, à paraître).

Le Petit rhinolophe n'est pas épargné par le phénomène des collisions routières et fait partie des espèces recensées dans les études de relevés de cadavres (Lodé, 2000).

Le Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale* Blasius, 1853) est une espèce de taille intermédiaire entre le Grand Rhinolophe et le Petit rhinolophe (Arthur & Lemaire, 2009b).

C'est une chauve-souris du Sud, associée aux paysages karstiques avec des grottes et de l'eau (Aulagnier *et al.*, 2010 ; Arthur & Lemaire, 2009b). Il chasse principalement en lisière de forêt feuillue et dans les milieux buissonnants (Aulagnier *et al.*, 2010). Une étude menée en Italie montre que la présence de boisements est importante pour l'espèce, qui affectionne également les oliveraies et évite par contre les milieux urbains, les zones ouvertes et les forêts de résineux (Russo *et al.*, 2002). Une autre étude confirme ces résultats : les Rhinolophes euryale semblent éviter les prairies et les forêts de conifères et recherchent essentiellement les forêts linéaires et la canopée des boisements (Aihartza *et al.*, 2003). Par ailleurs, dans l'étude de Nemoz (2007), la rivière de la Dordogne, dont le lit principal est d'une largeur de 100 m environ semble présenter un obstacle physique au franchissement des individus qui apparaissent profiter des rétrécissements ponctuels et des ponts pour traverser.

Le Rhinolophe euryale gîte dans des grottes, des mines, parfois sous les toits de bâtiments en été dans le nord de l'aire de répartition (Aulagnier *et al.*, 2010). Une colonie de mise-bas peut atteindre 50 à 1 500 individus (*com. pers.* Julien, 2012), femelles avec des mâles et souvent associés aux autres espèces cavernicoles dont les autres *Rhinolophus* (Aulagnier *et al.*, 2010). Les femelles sortent du gîte de mise-bas entre 30 min et 1 heure après le coucher du soleil et sont rentrés environ trois-quart d'heure avant le lever du soleil (Nemoz, 2007). La nuit peut être marquée d'un retour au gîte d'une durée variable entre 1 h et 5 h (Nemoz, 2007).

Les populations françaises de Rhinolophe euryale, réparties dans les deux tiers sud du pays (à l'exception des massifs alpin et central) comptent 3 000 individus environ avec 50 % des effectifs hébergés dans la seule région Aquitaine (Arthur & Lemaire, 2009b). Dans l'ensemble de son aire de répartition, le Rhinolophe euryale a subi un recul de 65 à 95 % de ses effectifs (Arthur & Lemaire, 2009b). Les populations françaises sont aujourd'hui fragmentées (Godineau & Pain, 2007). Il est possible que cet isolement pose des problèmes de conservation à l'avenir (Godineau & Pain, 2007).

Dans l'étude de Nemoz (2007), la taille du domaine vital chez le Rhinolophe euryale ressort comme très variable selon les individus, avec une surface estimée à 1 800 ha (18 km²) ± 1 300 ha (13 km²). A l'intérieur de son domaine vital, chaque individu n'exploite intensivement qu'une très faible partie pour son activité de chasse (1 à 2 %) ; le reste correspond essentiellement à des itinéraires de déplacements entre terrain de chasse et gîtes (Nemoz, 2007). Une femelle peut avoir jusqu'à 4 terrains de chasse différents sur son domaine vital distants jusqu'à 3 km les uns des autres, qu'elle exploite au cours d'une nuit et avec une grande fidélité d'une nuit sur l'autre (Nemoz, 2007).

Une étude menée au Pays Basque par radiotracking rapporte des distances de 10 km environ parcourues depuis le gîte (Aihartza *et al.*, 2003). Une autre étude radiotracking menée dans le nord de l'Espagne sur 46 individus a permis de mettre en évidence des différences significatives dans les distances de déplacements entre les classes d'âges et

de sexes d'une colonie de *Rhinolophe euryale* et une variation saisonnière dans ces distances (Goiti *et al.*, 2006). Avant la période de mise-bas, les individus parcouraient des distances de 1,3 km environ depuis le gîte avec un maximum à 4,2 km (Goiti *et al.*, 2006). En période d'allaitement, les femelles ont ensuite augmenté leurs distances avec une moyenne à 4,3 km autour du gîte et un maximum observé à 9,2 km (Goiti *et al.*, 2006). Après l'allaitement, les femelles ont continué à pratiquer des déplacements identiques, de 4,6 km en moyenne. Cet accroissement des distances est interprété par les auteurs comme une conséquence de l'accroissement des effectifs de la colonie (de 55 % avant et après reproduction) qui amène en quelques sortes les femelles à aller chasser plus loin pour diminuer sans doute une concurrence intraspécifique et il n'y a donc pas de raison que ces distances diminuent après allaitement (Goiti *et al.*, 2006). Les mâles de leur côté ne suivent pas cette saisonnalité avec des distances maintenues à 1,9 km en moyenne pendant l'allaitement des femelles ; ils présentent en revanche une fidélité au gîte beaucoup moins importante (Goiti *et al.*, 2006). Une fois volants, les juvéniles de l'année parcourent des distances de 2,6 km en moyenne avec des comportements très variables (Goiti *et al.*, 2006). Lors de mesures de conservation d'une colonie de mise-bas et d'élevage des jeunes, Nemoz (2007) préconise une approche au moins 10 km autour du gîte chez le *Rhinolophe euryale*.

Sans appartenir au genre *Rhinolophus*, d'autres chauves-souris sont cavernicoles, comme le *Minioptère de Schreibers* (*Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)). Il s'agit d'une espèce exclusivement et toute l'année cavernicole, relativement exigeante quant au type de gîte utilisé (entrée dégagée) (Aulagnier *et al.*, 2010 ; Godineau & Pain, 2007). Il utilise un réseau de grandes cavités, grottes, carrières souterraines, exceptionnellement dans des bâtiments (Aulagnier *et al.*, 2010). C'est l'espèce européenne la plus grégaire (Arthur & Lemaire, 2009b). Les colonies de mise-bas hébergent jusqu'à plusieurs milliers d'individus (40 000 dans une grotte de Bulgarie) regroupés en essaim serré, incluant quelques mâles (Aulagnier *et al.*, 2010). Le *Minioptère de Schreibers* est encore plus grégaire en hiver avec un maximum de 120 000 individus dans une grotte de Bulgarie (Aulagnier *et al.*, 2010). En France, 70 000 individus ont été comptés dans une grotte au sud du pays (Arthur & Lemaire, 2009b). Le *Minioptère* partage volontiers en hibernation ou en estivage les mêmes abris que le Grand rhinolophe et le *Rhinolophe euryale* (Arthur & Lemaire, 2009b ; Aulagnier *et al.*, 2010).

Toutefois, au-delà de son caractère cavernicole, le *Minioptère de Schreibers* possède un certain nombre de divergences écologiques avec les *Rhinolophes* (com. pers. Julien, 2012). Sur un plan strictement biologique par exemple, chez le *Minioptère de Schreibers*, accouplements et fécondation ont lieu à l'automne et sont suivis d'une implantation différée qui a lieu à la fin de l'hiver, lors du transit vers le gîte de printemps, contrairement aux autres espèces décrites qui stockent le sperme pour une fécondation différée (Aulagnier *et al.*, 2010 ; Bensettiti & Gaudillat, 2002 ; com. pers. Julien, 2012). Ses traits de vie sont également très différents précisément en ce qui concerne ses déplacements et sa sensibilisation à la fragmentation (com. pers. Julien, 2012) :

> Tout d'abord, le domaine vital d'un *Minioptère de Schreibers* dépasse souvent plusieurs milliers de kilomètres carrés et est donc considérablement plus grand que celui d'un *Rhinolophe*. La conséquence est que certaines populations de *Minioptère de Schreibers* peuvent se retrouver à cheval sur plusieurs pays (Arthur & Lemaire, 2009b). C'est le cas par exemple entre le Jura suisse et le Jura français ou entre sud de la France et nord de l'Espagne (Arthur & Lemaire, 2009b).

> Par ailleurs, autour de son gîte, le *Minioptère de Schreibers* peut effectuer aller chasser de 5 à 50 km (Aulagnier *et al.*, 2010 ; com. pers. Julien, 2012), soit un rayon d'action bien plus grand que celui des *Rhinolophes*. Il sort de son gîte à la nuit tombée, environ 30 minutes après le coucher du soleil (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Il possède un vol rapide et nerveux, pouvant effectuer des pointes à plus de 50 km/h (Arthur & Lemaire, 2009b ; Bensettiti & Gaudillat, 2002 ; com. pers. Julien, 2012). Il est doué d'une grande agilité y compris dans les sites riches en obstacles (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Il suit les linéaires forestiers et les routes bordées d'arbre, empruntant parfois des couloirs étroits au sein de la végétation (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Ces routes de vols peuvent être empruntées par des milliers d'individus pour rejoindre leurs terrains de chasse (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Il chasse au dessus des canopées et en plein ciel (Arthur & Lemaire, 2009b ; Bensettiti & Gaudillat, 2002). Contrairement au Grand rhinolophe, le *Minioptère de Schreibers* tire profit de la plus grande concentration en insectes sous les lampadaires (Godineau & pain, 2007).

> Enfin, sur son domaine vital, le *Minioptère de Schreibers* change de cavité en fonction de son cycle annuel et des propriétés physiques de chaque cavité souterraine et effectue ainsi des déplacements saisonniers très importants par rapport au Grand rhinolophe (Arthur & Lemaire, 2009b). Ces déplacements atteignent couramment une centaine de kilomètres (com. pers. Julien, 2012) et jusqu'à 833 km en Espagne (Aulagnier *et al.*, 2010). Ce comportement saisonnier est susceptible de créer des connexions entre de très nombreux gîtes (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Les routes empruntées pour ces déplacements saisonniers entre gîte d'hiver et gîte d'été sont identiques d'une année sur l'autre (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Du fait de ce comportement saisonnier, la construction d'éoliennes peut constituer une menace pour cette espèce (Godineau & Pain, 2007). Plusieurs points sont à préciser par rapport à cette menace :

- la mortalité directe par collision est avérée, mais reste difficile à évaluer malgré les suivis réalisés à l'heure actuelle ((GCC, 2000 ; Cosson, 2007) in Godineau & Pain, 2007),
- la localisation géographique des éoliennes est importante : situées sur les voies de migration ou routes de vol, elles peuvent avoir un impact fort (fragmentation du milieu, mortalité) (Godineau & Pain, 2007 ; com. pers. Julien, 2012),
- les éoliennes, notamment par leur couleur, pourraient attirer les insectes qui attirent à leur tour les chauves-souris (Godineau & Pain, 2007),
- le milieu utilisé pour l'implantation d'un champ éolien ne doit pas être attractif (Godineau & Pain, 2007).

Le *Minioptère de Schreibers* est le mammifère à la plus vaste répartition mondiale après l'espèce humaine et ses commensales (com. pers. Julien, 2012). Il est associé aux régions karstiques jusqu'à 1000 m (Aulagnier *et al.*, 2010). En France, le *Minioptère de Schreibers* est surtout abondant en région méditerranéenne (Aulagnier *et al.*, 2010). En 2002 le *Minioptère* a subi une forte régression au niveau national à la suite d'une probable épizootie d'origine inconnue dont les conséquences sur les effectifs sont considérables (com. pers. Julien, 2012). La perte de 60% de la population a été avancée (Godineau & Pain, 2007). Les colonies de mise-bas touchées sont réparties de manière

	apparemment aléatoire, ce qui pourrait s'expliquer par l'existence de plusieurs métapopulations de Minioptère en Europe (Godineau & Pain, 2007). Le rétablissement des populations s'effectue de manière plus lente que pour d'autres espèces cavernicoles (Kerbiriou <i>et al.</i>, 2011). Enfin, les Murins sont importants à évoquer avec le Grand rhinolophe. Les "Murins de grande taille" (le Petit murin <i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857), le Grand murin <i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797), le Murin du Maghreb <i>Myotis punicus</i> Felten, 1977) et même le Murin de Capaccini <i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837), eux aussi cavernicoles, sont également proches des Rhinolophes du point de vue vol et de la spécialisation alimentaire (com. pers. Julien, 2012). Par ailleurs, le Grand rhinolophe est connu pour partager souvent ses gîtes avec le Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy, 1806)) (com. pers. Marmet, 2012 ; com. pers. Quekenborn, 2012) qui est très lié aux boisements pour la chasse (com. pers. Quekenborn, 2012).
Autres espèces D'après : Arthur & Lemaire, 2009a Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 Billington & Rawlinson, 2006 Sierro <i>et al.</i>, 2009	Le Grand rhinolophe se nourrit essentiellement de gros insectes : lépidoptères, coléoptères, hyménoptères et diptères (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Billington & Rawlinson, 2006 ; Sierro <i>et al.</i>, 2009). Une grande partie de ses proies, notamment les coléoptères des genres <i>Aphodius</i>, <i>Melolontha</i> et <i>Geotrupes</i>, sont associées aux bouses du bétail et l'espèce est donc très liée aux zones d'élevage extensif non traité contre les parasites où il pourra trouver ces insectes coprophages (Arthur & Lemaire, 2009a ; Aulagnier <i>et al.</i>, 2010 ; Billington & Rawlinson, 2006). Dans le sud de l'Angleterre, la présence de bétail pâture en automne a été considérée comme primordiale pour la survie du Grand rhinolophe, en particulier pour les jeunes (Duvergé, 1997 in Sierro <i>et al.</i>, 2009), alors que l'effet d'antiparasitaires comme l'ivermectine s'avère désastreux (com. pers. Julien, 2012).

> Rédacteur :

Romain SORDELLO, Muséum national d'Histoire naturelle - Service du patrimoine naturel

> Relecteurs :

Julie Marmet, Muséum national d'Histoire naturelle - Service du patrimoine naturel
Jean-François Julien, Muséum national d'Histoire naturelle - UMR 7204 Conservation des espèces, Restauration et Suivi des Populations
Delphine Quekenborn, Groupe chiroptères de Provence

> Bibliographie consultée :

- AIHARTZA J.-R., GARIN I., GOITI U., ZABALA J. & ZUBEROGOITIA (2003). Spring habitat selection by the Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*) in the Urdaibai Biosphere Reserve (Basque Country). *Mammalia*. Volume 67. Numéro 1. Pages 25-32
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. (2009a). *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Éditions Parthénopée. Publications scientifiques du Muséum. Paris. 544 pages.
- ARTHUR L. & LEMAIRE M. (2009b). *Les chauves-souris, maîtresses de la nuit*. Éditions Delachaux & Niestlé. La bibliothèque du naturaliste. Paris. 272 pages.
- AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A.-J., MOUTOU F. & ZIMA J. (2010). *Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Éditions Delachaux & Niestlé. Paris. 271 pages.
- BENSETTITI F. & GAUILLAT V. (coord.) (2002). « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éditions La Documentation française. Paris. 353 pages + cédérom.
- BILLINGTON G. & RAWLINSON M.-D. (2006). A review of horseshoe bat flight lines and feeding areas. *Countryside council for wales*. 25 pages.
- BONTADINA F., GLOOR S., HOTZ T., BECK A., LUTZ M. & MUHLETHALER E. (2002a). Foraging range use by a colony of Greater horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* in the Swiss Alps: implications for landscape planning. *For submission to Biological conservation*. Pages 40
- BONTADINA F., SCARAVELLI D., GLOOR S., HOTZ T. & BECK A. (1999). Radio-tracking bats: a short review with examples of a study in Italy. Atti 1° Convegno Italiano sui Chiroteri (Italian Bat Research Congress), Castell' Azzara. Pages 163-173.
- BONTADINA F., SCHOFIELD H. & NAEF-DAENZER B. (2002b). Radio-tracking reveals that Lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *Journal of zoology of London*. Numéro 258. Pages 281-290.
- CAROFF C. (2002). *Méthodes d'étude des populations de Grands rhinolophes*. Stage du 6 au 10 mai 2002 – Compte rendu de Novembre 2002. Groupe chiroptère du Groupe mammalogique breton. 21 pages.
- CAUBERE B., GAUCHER P. & JULIEN J.-F. (1984). Un record mondial de longévité *in natura* pour un chiroptère insectivore ? *Revue d'écologie. (La Terre et la Vie)*. Numéro 39. Pages 351-353.
- CONSEIL SCIENTIFIQUE RÉGIONAL DU PATRIMOINE NATUREL D'Auvergne (2010). *Avis N°1-2010 de la séance du 30 juin 2010 du CSRPN Auvergne - Propositions concernant les espèces déterminantes pour l'établissement de la Trame Verte et Bleue*. 18 pages.

CONSEIL SCIENTIFIQUE RÉGIONAL DU PATRIMOINE NATUREL DU LIMOUSIN (2010). *Avis sur les projets de listes d'espèces déterminantes Trame verte et bleue Mammifères-Reptiles-Amphibiens*. 3 pages.

CONSEIL SCIENTIFIQUE RÉGIONAL DU PATRIMOINE NATUREL DE LORRAINE (2010). *Avis du CSRPN Lorraine sur les listes d'espèces déterminantes Trames Vertes et Bleues à la suite de la réunion du 7 octobre 2010*. 3 pages.

COSSON E., ALBALAT F., STOECKLÉ T., COIFFARD P. (2003). Rôle des cabanons comme gîtes du Petit rhinolophe. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*. Numéro 7. Pages 100-113.

DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMÉNAGEMENT ET DU LOGEMENT DES PAYS-DE-LA-LOIRE (2010). *Consultation des CSRPN pour la définition d'une cohérence nationale de la Trame verte et bleue relative à des espèces dites déterminantes Trame verte et bleue*. 5 pages.

ENGLISH NATURE (2003). *Managing landscapes for the Greater horseshoe bat*. Government agency that champions the conservation of wildlife and geology throughout England. 5 pages.

FLANDERS J., WEI L., ROSSITER J. & ZHANG S. (2011). Identifying the effects of the Pleistocene on the greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, in East Asia using ecological niche modelling and phylogenetic analyses. *Journal of biogeography*. Numéro 38. Pages 439-452.

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON (GMB) (2010). *Liste d'espèces déterminantes Trame verte et bleue*. 2 pages.

GODINEAU F. & PAIN D. (2007). *Plan de restauration des chiroptères en France métropolitaine, 2008 – 2012*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères / Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. 79 pages et 18 annexes.

GOITI U., AIHARTZA J.-R., ALMENAR D., SALSAMENDI E. & GARIN I. (2006). Seasonal foraging by *Rhinolophus euryale* (Rhinolophidae) in an Atlantic rural landscape in northern Iberian Peninsula. *Acta chiropterologica*. Volume 8. Numéro 1. Pages 141-155.

JONES G. & RAYNER J.-M.-V. (1989). Foraging behavior and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Behavioral ecology and sociobiology*. Numéro 25. Pages 193-191.

KERBIRIOU C., MARMET J., MONSARRAT S., ROBERT A., LEMAIRE M., ARTHUR L., HAQUART A. & JULIEN J.-F. (2011). Éléments de réflexion sur le suivi des gîtes de chiroptères. *Symbioses*. Numéro 28. Pages 55-68.

LODE T. (2000). Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*. Volume 161. Numéro 29. Pages 163-166.

NEMOZ M. (2007). *Étude de l'activité et des habitats de chasse des Rhinolophes euryales (Rhinolophus Euryale) de la colonie de Magnagues (Lot, France) en vue de leur conservation*. Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Groupe chiroptères de Midi-Pyrénées, Conservatoire des espaces naturels de Midi-Pyrénées. 51 pages.

NOWICKI F., DADU L., CARSIGNOL J., BRETAUD J.-F. & BIELSA S. (2009). Chiroptères et infrastructures de transports terrestres. Menaces et actions de préservation. Service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA). 22 pages.

PAVEY C.-R. (1998). Habitat use by the eastern horseshoe bat, *Rhinolophus megaphyllus*, in a fragmented woodland mosaic

PATRIARCA E. & DEBERNARDI P. (2010). *Bats and light pollution*. Centro regionale chiroterri. 27 pages.

PLANCKAERT O. (2010). *Chiroptères et infrastructures de transport terrestres. Étude de la problématique collision et suivis de mesure*. Groupe chiroptères de Provence. Saint-Etienne-les-Orgues, France. 36 pages.

PREVOST O. (2004). *Le guide des chauves-souris en Poitou-Charentes*. Editions Geste. Paris. 197 pages.

RENAUT J.-F. (2012). Un couloir à chauves-souris. Publié pour *Sud-Ouest* le 28/02/2012 à 06h00.

REITER G. (2004). The importance of woodland for *Rhinolophus hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae) in Austria. *Mammalia*. Volume 68. Numéro 4. Pages 403-410.

ROSSITER S.-J., BENDA P., DIETZ C., SHUYIZHANG & JONES G. (2007). Rangewide phylogeography in the Greater horseshoe bat inferred from microsatellites: implications for population history, taxonomy and conservation. *Molecular ecology*. Numéro 16. Pages 4699-4714.

ROSSITER S.-J., JONES G., RANSOME R.-D. & BARRATT E.-M. (2002). Relatedness structure and kin-biased foraging in the Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Behavioral, ecology and sociobiology*. Numéro 51. Pages 510-518.

ROSSITER S.-J., JONES G., RANSOME R.-D. & BARRATT E.-M. (2001). Outbreeding increases offspring survival in wild Greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Proceed of the royal society of London*. Numéro 268. Pages 1055-1061.

ROSSITER S.-J., JONES G., RANSOME R.-D. & BARRATT E.-M. (2000). Genetic variation and population structure in the endangered Greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum*. *Molecular biology*. Numéro 9. Pages 1131-1135.

RUSSO D., JONES G. & MIGLIOZZI A. (2002). Habitat selection by the Mediterranean horseshoe bat, *Rhinolophus euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae) in a rural area of southern Italy and implications for conservation. *Biological conservation*. Numéro 107. Pages 71-81.

SIERRO A., LUGON A. & ARLETTAZ R. (2009). La colonie de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* de l'église St-Sylve à Vex (Valais, Suisse) : évolution sur deux décennies (1986-2006). *Le Rhinolophe*. Numéro 18. Pages 75-82.

STONE E.-L., JONES G. & HARRIS S. (2009). Street lighting disturbs commuting bats. *Current biology*. Numéro 19. Pages 1123-1127.

STONE E.-L., JONES G. & HARRIS S. (A paraître). LED street lights affects bats negatively. Article en cours de parution dans *Global change biology*.

WRAY S., REASON P., WELLS D., CRESSWELL W. & WALKER H. (2005). Design, installation, and monitoring of safe crossing points for bats on a new highway scheme in Wales. In: IRWIN C.-L., GARRETT P., MC DERMOTT K.-P. (Eds). Proc 2005 Intl Conf Ecol Transport. Center for Transportation and the Environment. North Carolina State University, Raleigh, NC. Pages 369-379.

> Bibliographie non consultée qui pourra intéresser le lecteur :

ARLETTAZ R. & SIERRO A. (1988). Le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* en Valais: répartition et protection. *Le Rhinolophe*. Numéro 5. Page 12-13.

BARATAUD M. (1999). Habitat et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrices - le Petit rhinolophe, *Rhinolophus hipposideros*. *Le Rhinolophe*. Volume spécial n°2. Pages 48-51.

BILGIN R., FURMAN A., CORAMAN E. & KARATAS A. (2008). Phylogeography of the Mediterranean horseshoe bat, *Rhinolophus Euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae), in southeastern Europe and Anatolia. *Acta chiropterologica*. Volume 10. Numéro 1. Pages 41-49.

BILLINGTON G. (2002). Report on a radio tracking study of lesser horseshoe bats associated with the Glynllifon Special area of Conservation. *Review of consents report*. Numéro 13. CCW, Bangor.

BILLINGTON G. (2001). *Report on radio tracking study of lesser horseshoe bats associated with the A487 Llanwnda to south of Llanllyfni road improvement*. Unpublished report to Gwynedd Council.

BILLINGTON G. (2000). Radio tracking study of greater horseshoe bats at Mells, near Frome, Somerset. *English nature research report*. Numéro 403. Pages 1-24.

BILLINGTON G. & JONES G. (1999). Radio tracking studies of greater horseshoe bats at Cheddar, North Somerset. *English nature*. (unpub.)

BONTADINA F. & NAEF-DAENZE B. (2002). Analysing spatial data of different accuracy: the case of Greater horseshoe bats foraging. *Conservation biology in Horseshoe bats*. In LE MAHO Y. (ed.). *Wildlife – Biotelemetry*. CNRS-CEPE, Strasbourg.

BONTADINA F., ARLETTAZ R., FANKHAUSER T., LUTZ M., MUHLETHALER E., THEILER A. & ZINGG P. (2001). *The Lesser horseshoe bat Rhinolophus hipposideros in Switzerland: present status and research recommendations*. The lesser horseshoe bat in Switzerland. Version 06. 24 pages.

DIETZ C., DIETZ I. & SIEMERS B.-M. (2006). Growth of horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) in temperate continental conditions and the influence of climate. *Mammalian biology*. Article in press. 16 pages.

DE JONG (1995). Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta theriologica*. Numéro 40. Pages 237-248.

DUVERGÉ P.-L. (1997). *Foraging activity, habitat use, development of juveniles, and diet of Greater horseshoe bat Rhinolophus ferrumequinum*. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Bristol.

DUVERGÉ P.-L. (1997). Foraging activity and habitat use of greater horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* in Wales; preliminary results from Slebech Hall. *The Vincent wildlife trust*.

FURE A. (2006). Bats and lighting. *The london naturalist*. Numéro 85. 20 pages.

GAISLER J., OEHÁK Z. & BARTONIÈKA T. (2009). Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna). *Acta theriologica*. Volume 54. Numéro 2. Pages 147-155.

GREMILLET X. (1999). Habitat et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrices - le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. *Le Rhinolophe*. Volume special n°2. Pages 119-125.

HOLZHAIDER J., KRINER E., RUDOLPH B.-U. & ZAHN A. (2002). Radio-tracking a Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) in Bavaria: an experiment to locate roosts and foraging sites. *Myotis*. Numéro 40. Pages 47-54.

HUTTERER R., IVANOVA T., MEYER-CORDS M. & RODRIGUES L. (2005). *Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data and Literature*. Naturschutz und Biologische Vielfalt. Numéro 28. 180 pages.

JONES G. (1990). Prey selection by Greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum* : optimal foraging by echolocation ? *Journal of animal ecology*. Numéro 59. Pages 587-602.

JONES G., DUVERGÉ P.-L. & RANSOME R.-D. (1995). Conservation biology of an endangered species : field studies of Greater horseshoe bats. In : RACEY P.-A. & SWIFT S.-M. (Eds). Symposium Zoological Society London. Numéro 67. Pages 309-324.

- JONES G. & MORTON M. (1992). Radio-tracking studies on habitat use by greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). In : (I.G. PRIEDE & SWIFT S.-M., ed.). Remote monitoring, monitoring, and tracking of animals. Ellis Horwood, Chichester. Pages 521-537.
- KAYIKCIOGLU A. & ZAHN A. (2004). High temperatures and the use of satellite roosts in *Rhinolophus hipposideros*. *Mammalian biology*. Numéro 69. Pages 337-341.
- KERTH G. & MELBER M., 2009. Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species. *Biological Conservation*. Volume 142. Numéro 2. Pages 270-279.
- KIEFER A., MERZ H., RACKOW W., ROER H. & SCHLEGEL D. (1995). Bats as traffic casualties in Germany. *Myotis*. Numéro 32-33. Pages 215-220.
- LECOQ V. (2006). *Caractéristiques écologiques des rhinolophes* (Chiroptera : Rhinolophidae) dans le Parc national des Cévennes et sa périphérie. Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'École pratique des hautes études. Université de Montpellier II. 99 pages.
- LESINSKI G. (2008). Linear landscape elements and bat casualties on roads—an example. *Annales of zoology fennica*. Numéro 45. Pages 277-280.
- LESINSKI G. (2007). Bat road casualties and factors determining their number. *Mammalia*. Numéro 71. Pages 138-142.
- LESINSKI G., SIKORA A. & OLSZEWSKI A., 2010. Bat casualties on a road crossing a mosaic landscape. *European journal of wildlife research*. Volume 57. Numéro 2. Pages 217-223.
- LUGON A. (1996). *Écologie du Grand rhinolophe* *Rhinolophus ferrumequinum* en Valais (Suisse) : habitat, régime alimentaire et stratégie de chasse. Travail de diplôme, Université de Neuchâtel. 106 pages.
- LUGON A. & ROUÉ S.-Y. (2002). Impacts d'une ligne TGV sur les routes de vol du Minioptère de Schreibers : de l'étude aux propositions d'aménagements. *Symbioses*. Numéro 6. Pages 39-40.
- MC ANEY C.-M. & FAIRLEY J.-S. (1988). Activity patterns of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* at summer roosts. *Journal of zoology of London*. Numéro 216. Pages 352-338.
- MC ANEY C.-M. & FAIRLEY J.-S. (1988). Habitat preference and overnight and seasonal variation in foraging activity of lesser horseshoe bats. *Acta theriologica*. Numéro 33. Pages 393-402.
- MARTINO M. (1998). *Écologie estivale d'une colonie de Grand rhinolophe* *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera : Rhinolophidae) à Ornans (Doubs). Mémoire B.T.S. Gestion et protection de la nature option Gestion des espaces naturels, L.E.G.T.A. Edgar Faure, Montmorot. 48 pages.
- MOTTE G. & LIBOIS R. (2002). Conservation of the Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (*Mammalia: Chiroptera*) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belgian journal of zoology*. Volume 132. Numéro 1. Pages 47-52.
- MUHLETHALER A., THEILER & ZINGG. P. (2000). The lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros* in Switzerland: present status and recommendations. *Le Rhinolophe*. Numéro 14. Pages 69-83.
- NÉMOZ M., BARATAUD M., ROUÉ S. & SCHWAAB F. (2002). *Protection et restauration des habitats de chasse du Petit rhinolophe* (*Rhinolophus hipposideros*) : cartographie des habitats autour des colonies de mise bas : année 2002. SFEPM. Paris. 58 pages.
- PARK J.K., JONES G. & RANSOME R. (1999). Winter activity of a population of Greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Journal of zoology of London*. Numéro 248. Pages 419-427.
- PARK J.K., JONES G. & RANSOME R. (2000). *Torpor, arousal and activity of hibernating Greater horseshoe bats* (*Rhinolophus ferrumequinum*). 28 pages.
- RANSOME R.-D. (1997). Climatic effects upon foraging success and population changes of female Greater horseshoe bats. Zur Situation der Hufeisennasen in Europa. In : Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt (Hsgb) : Zur Situation der Hufeisennasen in Europa. IFA-Verlag, Berlin. Pages 129-132.
- RANSOME R.-D. (1995). Earlier breeding shortens life in female Greater horseshoe bats. *Philosophical transaction of the Royal society of London*. Numéro 350. Pages 153-161.
- RANSOME R.-D. (1989). Population changes of Greater horseshoe bats studied near Bristol over the past twenty-six years. *Biological journal of the linnean society*. Numéro 38. Pages 71-82.
- RANSOME R.-D. & HUTSON A. (2000). *Action plan for the conservation of the greater horseshoe bat in Europe* (*Rhinolophus ferrumequinum*). Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats. *Nature et environnement*. Numéro 109. 57 pages.
- ROSSITER S.-J., JONES G., RANSOME R.-D. & BARRATT E.-M. (2000b). Parentage, reproductive success and breeding behaviour in the Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). *Proceed of the royal society of London*. Numéro 267. Pages 545-551.
- ROUÉ S.-Y. & NÉMOZ M. (2002). Mortalité exceptionnelle du Minioptère de Schreibers en France lors de l'année 2002. Bilan national. SFEPM. Paris. 28 pages.
- ROUÉ S.-G. (2002). Les Chiroptères de la Directive Habitats : le Petit rhinolophe, *Rhinolophus hipposideros* (Beschtein, 1800). *Arvicola*. Volume 14. Numéro 1. Pages 7-10.

RUSSELL A.-L., BUTCHKOSKI C.-M., SAIDAK L. & MAC CRACKEN G.-F. (2009). Road-killed bats, highway design, and the commuting ecology of bats. *Endangered species research*. Numéro 8. Pages 49-60.

RUSO D., MUCEDDA M., BELLO M., BISCARDI S., PIDINCHEDDA E. & JONES G. (2007). Divergent echolocation call frequencies in insular rhinolophids (*Chiroptera*): a case of character displacement?. *Journal of biogeography*. Numéro 34. Pages 2129-2138.

SCHOFIELD H.-W. (1996). *The ecology and conservation biology of Rhinolophus hipposideros, the lesser horseshoe bat*. Unpublished PhD Thesis, University of Aberdeen.

SCHOFIELD H., MESSENGER J., BIRKS J. & JEMYN D. (date inconnue). *Foraging and roosting behaviour of Lesser horseshoe bats at the Ciliau, Radnor*. The Vincent wildlife trust. 25 pages.

SECKERDIECK A., WALTHER B. & HALLE S. (2005). Alternative use of two different roost types by a maternity colony of the Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*). *Mammalian biology*. Volume 70. Numéro 4. Pages 201-209.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ETUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES & MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE (2008). *Chiroptères cavernicoles*. 104 pages. Disponible en ligne sur : <http://www.sfepm.org/LifeChiropteres/images2/Resultats%20life/P1-43.pdf> et <http://www.sfepm.org/LifeChiropteres/images2/Resultats%20life/P44-104.pdf>

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES (2008). *Site internet du Life Chiroptères Grand Sud « Conservation de trois chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France : Rhinolophe euryale, Murin de Capaccini et Minioptère de Schreibers »*. Programme Life-Nature 2004-2008. Disponible en ligne sur : <http://www.sfepm.org/LifeChiropteres/Accueil.htm> (Consulté en mai 2012)

STEBBINGS R.-E. & ARNOLD H.-R. (1987). Assessment of trends in size and structure of a colony of the Greater horseshoe bat. *Symposium zoological society of London*. Numéro 58. Pages 7-24.

URCUN J.-P. (1999). Habitat et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrices - le Rhinolophe euryale *Rhinolophus euryale* (Blasius, 1853). *Le Rhinolophe*. Volume special n° 2. Pages 44-45.

ZAHN A., HOLZHAIDER J., KRINER E., MAIER A. & KAYIKCIOGLU A. (2007). Foraging activity of *Rhinolophus hipposideros* on the Island of Herrenchiemsee, Upper Bavaria. *Mammalian biology*. Numéro 73. Pages 222-229.

> Pour citer ce document :

SORDELLO R. (2012). *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Grand rhinolophe (Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques*. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 18 pages.