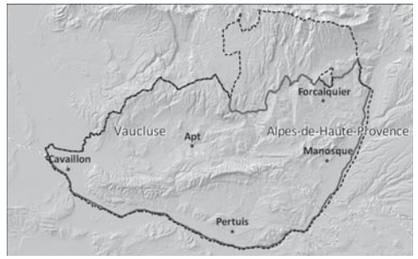

Fig. 1 : Vue de face d'un Grand Rhinolophe - Photo O. Vinet

Étude télémétrique du Grand Rhinolophe dans le site Natura 2000 du massif du Luberon, été 2018 Test d'une technologie de télémétrie par GPS

Olivier VINET[1], Raphaël COLOMBO[2], Jean-Christophe GATTUS[1], Sophie BOURLON[3]

RÉSUMÉ

Le Parc naturel régional (PNR) du Luberon accueille un site de reproduction d'une espèce de chauve-souris patrimoniale menacée, assez rare à l'échelle de la région Sud-PACA : le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum).* Une étude télémétrique menée par l'Office national des forêts et le bureau Asellia Ecologie durant l'été 2018 a permis de retrouver et localiser la colonie, disparue de son précédent gîte connu depuis plusieurs années. Les premiers tests de suivi par balise GPS pour cette espèce, sur une unique nuit, ont apporté des résultats intéressants, tels qu'un pic de vitesse de vol maximale (moyenne sur 5 minutes) de 22,8 km/h ainsi qu'un domaine vital individuel de 953 hectares (Kernel 95) et une aire de chasse préférentielle de 264 ha (Kernel 50). L'animal s'est déplacé jusqu'à 3 km de son gîte et des analyses plus poussées ont permis d'identifier deux distances de prospection favorites pour cet individu : 2-3 m correspondant probablement à de la chasse à l'affût et 15-20 m pour les autres séquences de chasse, plus certainement en vol actif.

Mots-clés : Chauve-souris, Grand Rhinolophe, télémétrie GPS, colonie de reproduction, Massif du Luberon, Natura 2000.

TITLE

Telemetric study of the Greater Horseshoe bat in the Natura 2000 area « Massif du Luberon » during summer 2018. Experimentation of a new GPS-tracking technology.

ABSTRACT

*The Parc naturel régional du Luberon (Luberon Regional Nature Park – PNRL) shelters a roost and a nursery for a threatened and protected bat, quite rare in the Region Sud-PACA scale: the Greater Horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*). Disappeared for several years in the known roost, the telemetric study, conducted by the National Forest Office and Asellia Ecologie during summer 2018, allowed to relocate the nursery in its new roost. First tests of tracking with a GPS-logger, for a single night, have provided interesting results such as a peak flight speed (average over five minutes) of 22,8 km.h -1 along with an individual home range of 953 hectares (Kernel 95) and a preferential hunting range of 264 hectares (Kernel 50). This bat moved up to 3 km from his roost and further analysis enabled to identify two preferred prospecting distances for this animal : 2-3 meters probably corresponding to stalking / a "sit and wait" predator and 15-20 meters for the others hunting sequences, more certainly in active flight.*

Keywords : *Bats, Greater Horseshoe bat, GPS-logger, nursery for bats, Massif du Luberon, Natura 2000.*

1. Office national des forêts - Agence Études-Méditerranée - olivier.vinet@onf.fr - jean-christophe.gattus@onf.fr
2. Asellia Écologie - rcolombo@asellia-ecologie.fr
3. Parc naturel régional du Luberon - sophie.bourlon@parcduluberon.fr

PRÉSENTATION ET BIOLOGIE DU GRAND RHINOLOPHE

Comme son nom l'indique, cette espèce est la plus grande parmi les Rhinolophes en Europe, avec une envergure qui dépasse 30 cm. Les Rhinolophidés ont l'étrange particularité de disposer au niveau du museau d'une « feuille nasale », qui est un appendice constitué de replis de peau en forme de fer à cheval (à l'origine de leur nom), leur permettant d'émettre des ultrasons par le nez et non par la bouche comme la plupart des autres espèces de chiroptères européens (Fig. 1). Le régime alimentaire du Grand Rhinolophe est exclusivement composé d'insectes avec une préférence marquée pour les coléoptères et les papillons de nuit, même s'il est capable de diversifier ses proies en fonction de la disponibilité de la ressource (mouches, sauterelles, araignées, etc.).

Concernant son cycle biologique, l'espèce hiberne à partir d'octobre ou novembre et jusqu'à avril, dans des cavités souterraines naturelles ou artificielles (grottes, galeries de mines, carrières ou grandes caves). Au printemps, les femelles supportent une phase de gestation qui peut durer 6 à 10 semaines (selon les conditions météos) pour mettre au monde un unique jeune aux alentours du mois du juin. Ce dernier sera autonome après une phase d'allaitement et d'apprentissage d'environ un mois et demi. Durant toute cette période estivale, les femelles s'installent en petits groupes soit dans des cavités naturelles plutôt chaudes, soit dans du bâti (granges, greniers, caves chaudes, toitures d'églises, etc.). Les mâles sont, quant à eux, plutôt solitaires.

HISTORIQUE DU PROJET

En 2008 est découverte la première colonie de reproduction pour cette espèce dans le département du Vaucluse. Il s'agit d'un corps de bâtiments abandonnés au cœur du massif du Luberon, sur la commune de Buoux, dont le propriétaire affirme qu'ils ont abrité jusqu'à 15 à 20 individus par le passé. À partir de cette date, le Parc du Luberon missionne le Groupe Chiroptères de Provence (GCP) avec l'appui d'un de ses chargés de mission dans le cadre du programme Natura 2000 pour assurer un suivi régulier des effectifs de la colonie et proposer des aménagements légers afin d'améliorer l'accueil des animaux. Une première télémétrie est effectuée en 2011 par le GCP pour rechercher une autre colonie de reproduction à proximité. Des données intéressantes de déplacements sont obtenues mais pas de nouveau gîte découvert. Le bâtiment atteindra un pic d'occupation de 35 Grands Rhinolophes en 2013, accompagnés cette année-là de 6 Murins à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus)*. Malheureusement le mas, déjà en assez mauvais état, continue de se dégrader et la toiture de l'une des pièces occupées par la colonie s'effondre durant l'hiver 2014-2015. Passée cette date, les effectifs en été stagnent autour de 1 à 5 individus.

En 2018, Le PNR du Luberon lance une consultation d'entreprises dans le but de retrouver la colonie de femelles, en exploitant une nouvelle fois la technique de la radiotélémétrie pour pousser plus loin l'étude menée en 2011. L'urgence de cette étude réside dans le fait de bénéficier de la présence des derniers individus dans le bâtiment avant son effondrement définitif. Un même individu peut en effet fréquenter un réseau de gîtes au cours d'une même saison ; son suivi par le biais d'un émetteur, sur plusieurs journées successives, peut permettre d'en localiser plusieurs et ainsi identifier le nouveau gîte principal du reste de la maternité.

Cet enjeu est d'une importance particulière tant à l'échelle du massif du Luberon que de la région PACA en raison du statut de l'espèce, jugée en mauvais état de conservation par le GCP et dont le nombre de sites connus a considérablement chuté en 20 ans, laissant 3 principaux noyaux de populations sur la région : les Hautes-Alpes, les préalpes niçoises et la Camargue.

L'ÉTUDE : MOYENS UTILISÉS

Le marché est remporté par un groupement composé de l'Office national des forêts et du cabinet d'expertise Asellia Ecologie. Ces derniers proposent de combiner deux techniques d'inventaire pour mener à bien les investigations :

- Pose d'enregistreurs acoustiques passifs de types Wildlife Acoustics SM2BAT ou Peersonic RPA, sur des nuits entières, en de nombreux secteurs jugés favorables dans un rayon de 10 km autour de l'ancienne colonie de reproduction. Les micros associés à ces boitiers électroniques peuvent capter et enregistrer les signaux ultrasonores émis par les chauves-souris environnantes tout au long de la nuit et ainsi renseigner sur les espèces qui fréquentent le point mais aussi sur les niveaux d'activité respectifs de chacune de ces espèces. L'intérêt de cet outil vient du fait que les Rhinolophes sont assez faciles à extraire du très vaste jeu de données collectées. Il est alors possible, en théorie, de repérer des sites naturels témoignant d'une forte activité de Grand Rhinolophe, particulièrement en début et fin de nuit, laissant alors présager la présence d'une colonie à proximité immédiate ou a minima d'un site favorable à la capture d'individus (voir point suivant).

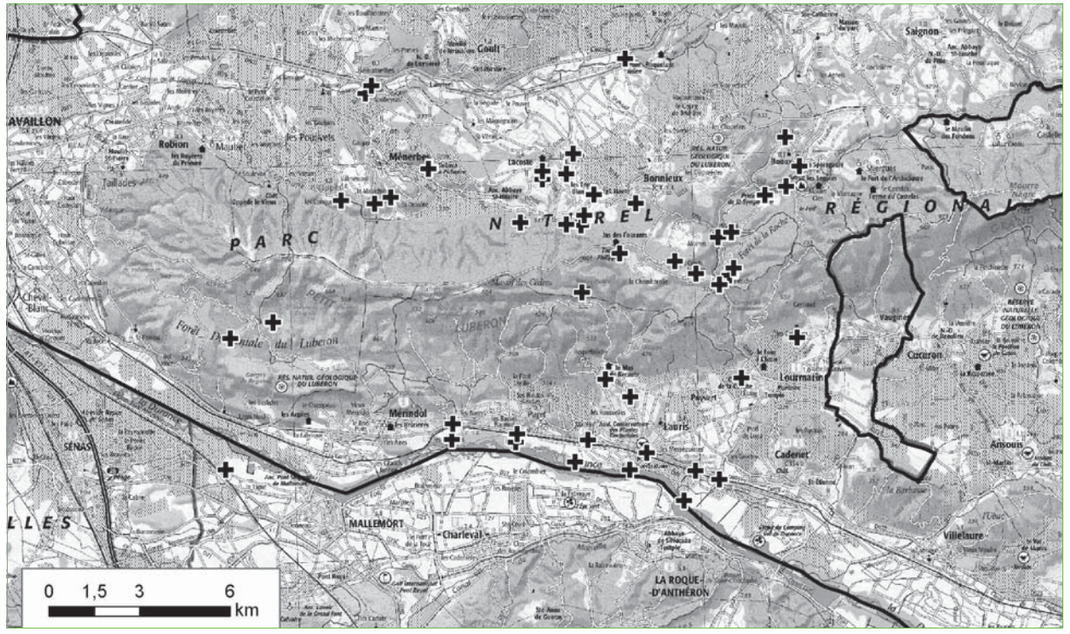

Fig. 2 : Carte de localisation des enregistrements acoustiques déployés pour l'étude

- Pose de radio-émetteur miniaturisé sur les animaux et suivi par télémétrie : cette technique développée depuis le milieu des années 90 nécessite la capture préalable d'un animal, pour l'équiper d'un micro-émetteur VHF (Very High Frequency). Celui-ci est collé sur le dos du sujet d'étude, entre les omoplates. Les ondes à très haute fréquence émises par le dispositif peuvent être captées par des opérateurs munis d'un récepteur et d'une antenne directionnelle. Cela permet de déterminer la position de l'animal en temps réel, de nuit comme de jour.

Pour cette étude, nous avions aussi envisagé de tester une technologie très récente dans le domaine de la télémétrie, à savoir la pose de puce GPS miniaturisée sur le dos des animaux (Fig. 3) pour identifier des gîtes secondaires qui n'auraient été utilisés que ponctuellement pendant les nuits d'activité de la bête.

Fig. 3 : Grand Rhinolophe équipé d'une puce GPS[4]

4. Il faut rappeler que la manipulation d'espèces protégées est interdite sauf autorisation spéciale à des fins de connaissance scientifique et de conservation. Toutes les chauves-souris sont protégées en France.

Au final, seul un individu a pu être équipé d'une balise GPS qui a été récupérée. Cette balise n'a fonctionné qu'une partie d'une nuit, la configuration d'enregistrement retenue étant très « énergivore ».

Le projet a ainsi débuté par plusieurs journées de pose de détecteurs, réparties entre la fin avril et la fin juin 2018. S'en est suivie une session de terrain en équipe, du 7 au 13 juillet, permettant de déployer l'ensemble des techniques présentées ci-dessus et de prospecter un maximum de sites.

Au total, nous avons inventorié l'activité acoustique de 46 points différents, incluant des sites qui nous semblaient favorables et d'autres dont le potentiel avait été relevé au cours d'études ou de prospections historiques de la part du GCP, des équipes du PNR ou d'autres bureaux d'études privés. Ceci a généré le cumul d'un peu plus de 452 heures d'enregistrement, duquel nous avons extrait toutes les séquences attribuables au Grand Rhinolophe, point par point.

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE : LA COLONIE DE REPRODUCTION DE FEMELLES

C'est ce travail qui a permis de caractériser une fréquentation extraordinairement élevée de Grands Rhinolophes au niveau d'une zone de falaises et de cavités naturelles, à moins de 5 km du précédent gîte bâti déserté par l'espèce. Plusieurs opérations de capture (Fig. 4) ont ensuite confirmé la présence de la colonie dans ce secteur, finalement retrouvée dans une grande diaclase verticale (quelques dizaines de mètres de haut) associée à une série de baumes et de petites grottes. Un comptage nocturne à permis de comptabiliser 14 juvéniles de Grands Rhinolophes au fond de la fissure. Sur la base de toutes les informations récoltées, on estime ainsi la colonie à environ 35-40 Grands Rhinolophes, composée d'un tiers de femelles reproductrices, un tiers de femelles nullipares et un tiers de mâles. La capture d'une femelle allaitante de Murin à oreilles échancrées confirme aussi la reproduction pour cette autre espèce. Aucun dénombrement n'a été possible à ce jour, même si on estime un effectif deux ou trois fois inférieur aux Rhinolophes, à en juger par le taux de capture.

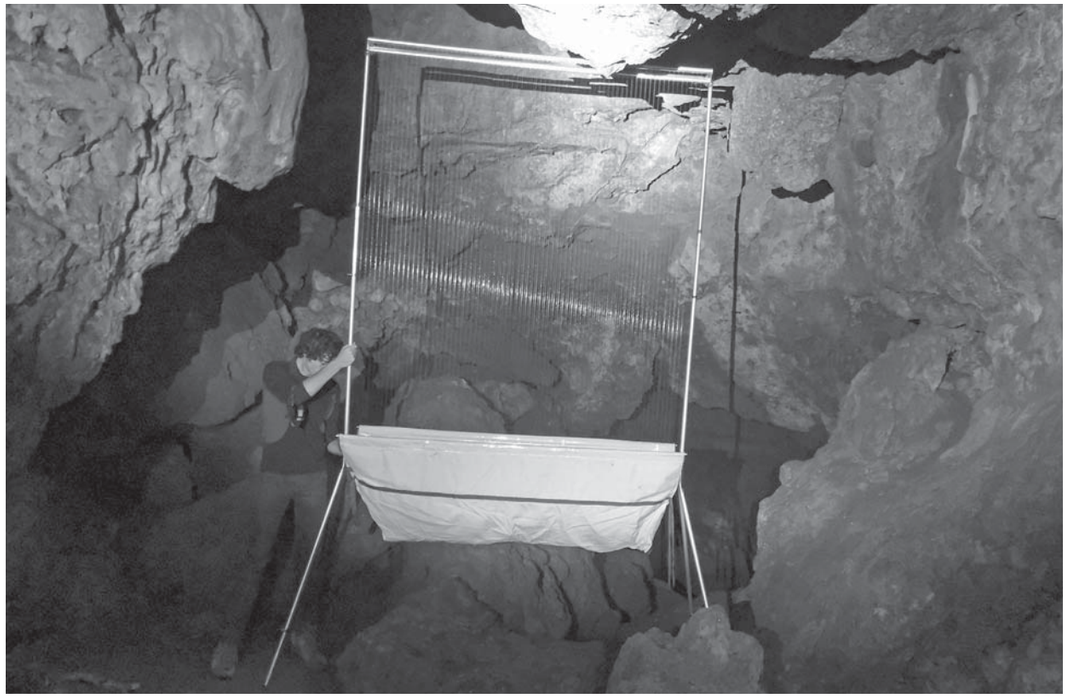

Fig. 4 : Capture par dispositif de Harp trap - Photo O. Vinet

Si la présence de Grand Rhinolophe en reproduction en cavité naturelle n'est pas exceptionnelle dans le sud de l'Europe, cette découverte n'en reste pas moins remarquable pour la région. Les données récentes en région (Colombo, 2009 ; Colombo *et al.*, 2020) de plusieurs colonies de reproduction de cette espèce en contexte similaire (grandes diaclases en falaise), dans des secteurs où elle est pourtant considérée comme rare (Sud-Var, Luberon, Monges), sont également prometteuses et laissent augurer la découverte de nouvelles populations non soumises aux aléas de l'effondrement ou de la restauration des bâtiments.

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE : LES DÉPLACEMENTS NOCTURNES D'UN MÂLE

Parallèlement à cette très intéressante (re-)trouvaille, nos équipes ont eu la possibilité d'équiper d'une puce GPS un mâle solitaire de Grand Rhinolophe présent dans l'ancien gîte bâti. La récupération du matériel quelques jours plus tard a permis de récolter quelques données très instructives de déplacement et de comportement de vol de l'individu lors de la nuit suivant son équipement. Elle a aussi aidé à progresser sur l'utilisation de cette technologie de localisation innovante qui pourrait révolutionner le monde de la chiroptérologie.

En raison de la taille très contrainte du dispositif, la batterie n'a permis de récolter qu'une quarantaine de localisations entre 21h15 et 4h du matin, la nuit succédant à l'équipement de la bête. L'intervalle de 5 minutes entre chaque prise de mesure GPS était suffisant pour cerner un créneau de repos nocturne de l'animal entre 00h40 et 2h50, dans une petite cavité souterraine identifiable.

Les localisations obtenues nous ont permis de calculer plusieurs paramètres communément utilisés dans les études par radiopistage, même si leur pertinence est limitée par un pas de temps d'acquisition trop réduit (à peine une nuit).

Le plus simple de ces paramètres concerne la distance maximale de prospection opérée par l'individu équipé du GPS. On a ainsi pu observer un déplacement de 3 km entre son gîte et son plus lointain terrain de chasse, lors de la nuit considérée.

Les autres paramètres calculés sont ceux relatifs au domaine vital, qui a été défini par Burt (1943) comme l'aire traversée par un animal pour ses activités (alimentation, reproduction, mise bas). Les sorties occasionnelles à l'extérieur de cette aire ne sont pas considérées comme s'inscrivant dans le domaine vital (Powell, 2000). Ce domaine vital présente des centres principaux d'activité correspondant à des surfaces particulièrement utilisées (Hayne, 1949), que des modèles probabilistes comme les kernels, basés sur la densité de présence des individus, permettent d'appréhender avec précision, en particulier pour les chiroptères (Silverman, 1986 ; Worton, 1989). Ainsi, le Kernel 95% est une bonne approximation du « domaine vital individuel » alors que le Kernel 50% traduit « l'aire de chasse préférentielle » des animaux (inspiré de Hillen *et al.*, 2009, 2010, 2011). Sur cette base, il apparaît que le Grand Rhinolophe équipé de la balise a exploité un domaine vital individuel de 953 hectares, au sein duquel se distinguaient deux noyaux de chasse préférentielle de respectivement 238 et 26 hectares (Fig. 5).

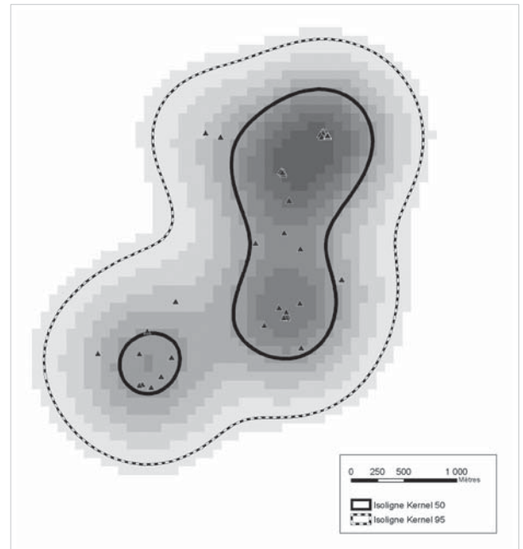

Fig. 5 : Domaine vital du Grand Rhinolophe mâle (Kernels 95 et 50)

Outre ces analyses télémétriques classiques, la technologie GPS a autorisé d'autres interprétations plus inédites.

Sachant que toutes les distances mesurées entre chaque point correspondent à une trajectoire réalisée sur un pas de temps de 5 minutes, il est très facile de calculer une vitesse moyenne de déplacement entre chaque point.

L'animal suivi a ainsi effectué une majorité de déplacements à moins de 5 km/h en moyenne (Fig. 6), ce qui est en cohérence avec toute la littérature qui évoque une espèce au vol lent et papillonnant en activité de chasse (Norberg & Rayner, 1987 ; Ransome & Hutson, 2000 ; Arthur & Lemaire, 2009 ; CPEPESC, 2009 ; Dietz, 2009).

Néanmoins, on observe un pic vers 23h50 pendant lequel ce mâle a parcouru quasiment 1,9 km en 5 minutes, soit une vitesse moyenne de 22,8 km/h. On peut aisément imaginer que la trajectoire réelle sur le terrain n'était pas rectiligne et que cette vitesse moyenne a dû être encore supérieure à ce chiffre, probablement autour de 25 km/h voire au-delà. Et par ailleurs, on note 4 autres occurrences de vitesse comprise entre 10 et 15 km/h, confirmant sa capacité à évoluer rapidement dans le paysage pour aller d'un site à l'autre, ce qui confirme de nouveau la littérature (Ransome & Hutson, 2000).

Les outils statistiques développés par Clément Calenge dans le package R « adehabitatLT » (Calenge, 2016, 2018) fournissent d'autres informations sur la base du même jeu de données.

La fonction appelée « temps de premier passage » (ou FPT pour « First Passage Time ») traduit le temps nécessaire à l'animal pour franchir un cercle de rayon paramétrable. Après avoir testé plusieurs valeurs de rayon, nous sommes arrivés au graphique de la figure 7, sur la base d'un cercle de 20 m de rayon, qui semblait fournir les données les plus intéressantes à analyser.

La figure 7 montre clairement les phases de chasse et les phases de déplacement rapide. Plus l'animal vole rapidement, moins il est supposé théoriquement mettre de temps pour sortir de ce cercle virtuel de rayon de 20 m, et ainsi moins la valeur de FPT est élevée (exprimé en secondes). Inversement, quand il chasse très localement, la valeur de ce FPT est élevée car il lui faudrait théoriquement beaucoup de secondes pour sortir de ce cercle de 20 m.

On constate donc :

- A : une première phase de déplacement très réduit autour du gîte, en début de nuit. Il semble tellement peu se déplacer qu'on pourrait imaginer une séquence de chasse à l'affût, comme l'espèce sait le faire
- B : puis une courte phase de déplacement rapide
- C : suivie d'un petit ralentissement, juste avant 23h
- D : encore une courte phase de déplacement rapide
- E : une autre phase de ralentissement, plus probablement assimilable à une séquence de chasse plus longue
- F : un autre déplacement rapide
- G : de nouveau une phase de chasse
- H : une séquence qui correspond à la perte du signal.

Par ailleurs, des auteurs ont proposé d'utiliser ce FPT un peu différemment, en se servant du log de la variance du temps de premier passage au lieu de la moyenne (Fauchald & Tveraa, 2003). La variance est alors supposée être élevée pour les rayons de déplacement privilégiés pour l'espèce. Cette méthode est apparue très utile pour

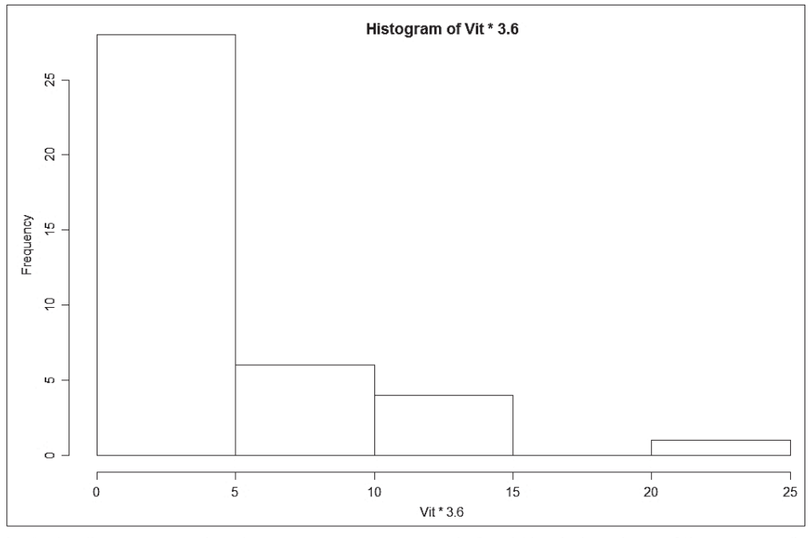

Fig. 6 : Nombre d'occurrences par classe de vitesse moyenne mesurée pour le Grand Rhinolophe mâle suivi [Abscisse : vitesse (km.h⁻¹)]

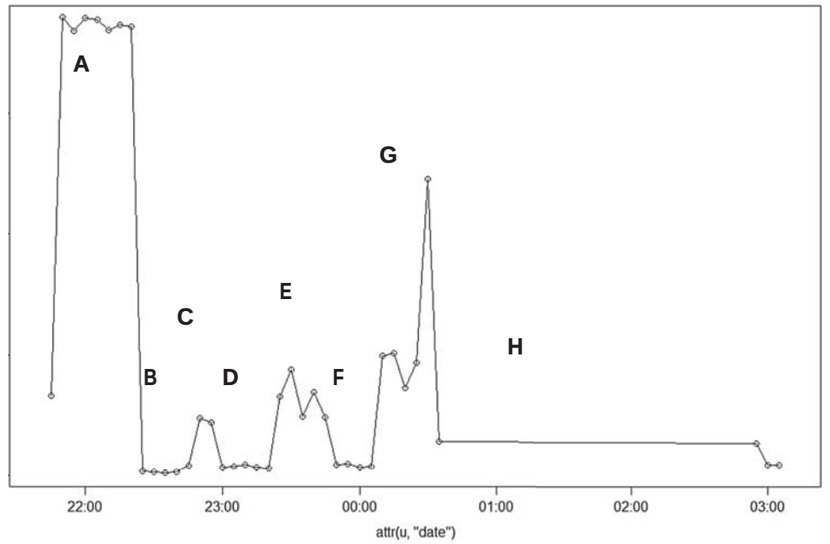

Fig. 7 : Évolution du « FPT », exprimé en secondes, au cours de la nuit, pour un cercle de 20 m de rayon (Abscisse : temps en secondes)

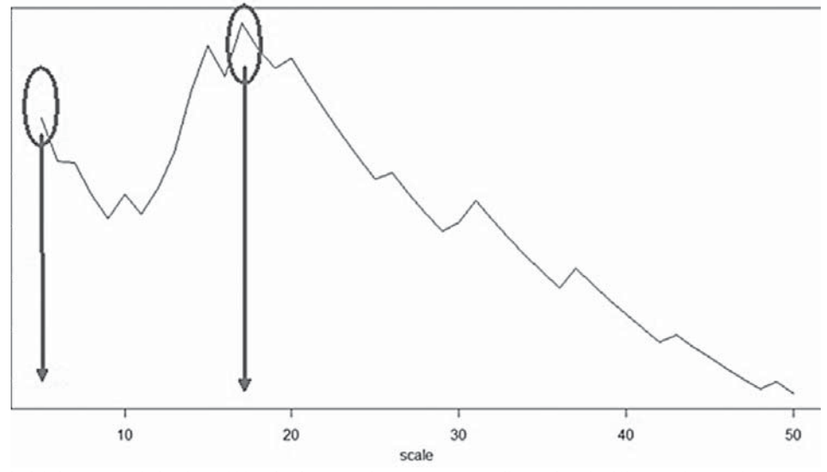

Fig. 8 : Calcul de la variance du log du « FPT » selon les rayons de prospection, pour l'animal étudié (Abscisse : distance de prospection en mètres)

mettre en évidence une distance de curiosité d'un animal suivi par radiotracking.

Sur le mâle de Grand Rhinolophe étudié, la figure 8 présente un premier pic correspondant à un rayon de prospection très faible, probablement de l'ordre de 2 ou 3 mètres, qu'on peut mettre en relation avec cette première phase de chasse qu'on imagine à l'affût. Le second pic, plus marqué, est centré autour de 17 mètres.

Il apparaît donc par cette analyse que l'animal étudié témoigne de deux distances de prospection favorites : 2 à 3 mètres pour de la chasse qu'on imagine à l'affût et sinon autour de 15-20 mètres pour les autres séquences de chasse, ce qui est cohérent avec la littérature (Norberg & Rayner, 1987 ; Jones & Rayner, 1989 ; Ransome & Hutson, 2000 ; Arthur & Lemaire, 2009 ; CPEPESC, 2009 ; Dietz, 2009).

CONCLUSION

Suite à cette étude, l'inscription du gîte découvert au Plan régional d'actions en faveur des chiroptères permettra d'augmenter les connaissances concernant cette colonie et de conforter les mesures de conservation.

Lors des prospections, les équipes de l'ONF, d'Asellia et du PNR ont également généré de grandes quantités d'informations sur d'autres espèces de chauves-souris sur un large périmètre, améliorant nettement la connaissance sur ce secteur naturel. Plusieurs colonies d'autres espèces ont par exemple été découvertes en divers lieux et divers contextes.

Une activité importante a été mise en évidence pour le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros)* dans une entrée de grotte sur le grand versant du Luberon, en commune de Lacoste. L'activité mesurée ne semble donc pas correspondre à un gîte dans la cavité, mais il y a de fortes probabilités pour qu'une colonie de reproduction se situe à proximité. Un nombre de contacts assez important a été constaté également dans le même secteur que la colonie de Grands Rhinolophes étudiée. Il serait intéressant d'affiner les prospections pour découvrir le gîte.

Une des mines des carrières de Ménerbes était connue pour abriter une colonie de Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii)* depuis les années 90. Lors des prospections de terrain, ce gîte a pu être contrôlé et il a pu être confirmé la présence de 100 à 200 individus, probablement en estivage. Une capture en sortie était nécessaire pour affiner le statut de ce groupe. Une étude plus poussée a pu être effectuée en 2020 avec suivi par enregistreurs longue durée sur plusieurs semaines à toutes les saisons, captures estivales et télémétrie afin d'améliorer la connaissance pour cette espèce.

Une colonie de reproduction d'Oreillards gris (*Plecotus austriacus)* a été repérée très probablement au niveau de la carrière d'Oppède.

Le jeu de données issu des 46 points d'enregistrement passif est considérable. Il serait possible de l'analyser plus finement afin d'établir une liste d'espèces exhaustive pour chaque point, voire aussi de calculer l'activité standardisée pour certaines espèces ou groupes d'espèces, afin de produire des cartes thématiques qui aideraient à la prospection. Le Parc du Luberon, avec l'aide des services de l'État, tâchera de trouver les moyens et de les mettre à profit pour actualiser les données du site Natura 2000.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier très sincèrement l'équipe du Parc naturel régional du Luberon, en particulier Julien Baudat-Franceschi et Aline Salvaudon, François Bocca du Syndicat mixte d'aménagement et de valorisation de la Durance, Jean-Marc Salles de la Direction régionale de l'environnement et Christine Lafolie de la Direction départementale des territoires de Vaucluse pour leur investissement et leur appui technique et financier ayant permis à cette belle étude de voir le jour et d'être menée dans de si bonnes conditions.

Bibliographie

ALBALAT Fanny & SANE Raphaël, 2015. *Les chauves-souris de Provence, 20 ans d'actions.* Groupe Chiroptères de Provence. Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 78 p.

ALBALAT Fanny, 2012. *Recherche de colonie de reproduction de Grand Rhinolophe dans le Luberon.* Groupe Chiroptères de Provence. Parc naturel régional du Luberon. 66 p.

ARTHUR Laurent & LEMAIRE Michèle, 2009. *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse.* Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; MNHN. Paris, 544 p.

BURT William-Henry, 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy.* Vol. 24, pp. 346-352.

CALENGE Clément, 2016. *Analysis of Animal Movements in R: the adehabitat* LR Package. CRAN. 85 p.

CALENGE Clément, 2018. Package « *adehabitatLT* ». CRAN. 96 p.

COLOMBO Raphaël. 2009. *Inventaires biologiques du site Natura 2000 Val d'Argens (Var).* Précis méthodologique de traçabilité des chiroptères. Université des sciences et techniques de Montpellier. Biotope. 69 p.

COLOMBO Raphaël, MORIS Arthur, BRAUD Yoan & BARET Julien, 2020. *Projet de Réserve naturelle nationale sur le site de la Clue de Barles et du Vélodrome (04). Synthèse des connaissances naturalistes.* Asellia. 130 p.

CPEPESC Lorraine, 2009. Le Grand Rhinolophe - *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). *In :* CPEPESC Lorraine, 2009. Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coordonné par SCHWAAB François, KNOCHEL Alexandre & JOUAN Dorothée. *Ciconia.* N° 33 (N. sp.), pp. 145-180.

DIETZ Christian, VON HELVERSEN Otto & NILL Dietmar, 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord.* Traduction et adaptation Marie-Jo Dubourg-Savage. Les encyclopédies du naturaliste. Delachaux et Niestlé. 400 p.

FAUCHALD Per & TVERAA Torkild, 2003. Using first-passage time in the analysis of area-restricted search and habitat selection. *Ecology.* Vol. 84, pp. 282-288.

JONES Gareth & RAYNER Jeremy, 1989. Foraging behaviour and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology.* Vol. 25, pp. 183-191

HAYNE Don W., 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy.* Vol. 30, pp. 1-18

HILLEN Jessica, KIEFFER Andreas & VEITH Michael, 2009. Foraging site fidelity shapes the spatial organisation of a population of female western Barbastelle bats. *Biological conservation.* Vol. 142, pp. 817-823.

HILLEN Jessica, KIEFFER Andreas & VEITH Michael, 2010. Interannual fidelity to roosting habitat and flight paths by female western Barbastelle bats. *Acta Chiropterologica.* Vol. 12, Fasc. 1, pp. 87-195.

HILLEN Jessica, KASTER Thorsten, PAHLE Jasmine, KIEFFER Andreas, ELLE Ortwin, GRIEBELER Eva Maria. & VEITH Michael, 2011. Sexspecific habitat selection in an edge habitat specialist, the western barbastelle bat. *Annales Zoologici Fennici.* Vol. 48, pp. 180-190

NORBERG Ulla M Lindhe & RAYNER Jeremy, 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia ; Chiroptera) : wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.* N° 316, pp. 335-427

POWELL Roger A., 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. *In :* BOITONI Luigi & FULLER Todd K. (eds.) *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences.* Columbia University, New York, USA, pp. 65-110

RANSOME Roger & HUTSON Anthony Michael, 2000. Action plan for the conservation of the greater horseshoe bat in Europe (*Rhinolophus ferrumequinum). Nature and environnement.* N° 109. Council of Europe Publishing. 56 p.

SILVERMAN Bernard W., 1986. *Density estimation for statistics and data analysis.* Edited by M.o.s.a.a. probability. Vol. 26. London : Chapman & Hall/CRC.

WORTON Bruce J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, Vol.70, Fasc.1, pp. 164-170.