



Utilisation de la trame verte par les chauves-souris forestières dans les Alpes françaises

Tome 4 : massif de
Boscodon-Morgon

Ce document constitue le tome 4 des rapports de restitution de l'étude « Comprendre pour préserver - Utilisation de la trame verte par les chauves-souris forestières dans les Alpes françaises », réalisée dans le cadre du projet POIA (programme opérationnel interrégional FEDER du massif des Alpes).

L'ensemble des rapports de restitution de l'étude est constitué de :

- Tome 1 : synthèse
- Tome 2 : les Saisies
- Tome 3 : Montagne de Lure
- **Tome 4 : massif de Boscodon-Morgon.**

Cette étude a reçu les financements :

- du FEDER POIA (Europe),



- de l'Agence nationale pour la cohésion des territoires (Etat),



- de la Région SUD PACA,



- de l'ONF



Rédaction : Adrian Weirich (ONF)

Photo de couverture : ONF

L'ensemble des présentations, des supports de communication et des rapports liés à cette étude peuvent être téléchargés sur la page dédiée au projet au lien suivant :

www.onf.fr/+1b77



Sommaire

I. Contexte du projet.....	4
Un projet qui s'intègre dans des dynamiques nationales, alpines et européennes de protection de la biodiversité et des chauves-souris.....	4
Améliorer les connaissances pour améliorer la gestion forestière.....	5
Trois sites d'études représentatifs de la diversité des Alpes françaises	6
Un zoom sur l'Oreillard roux	6
II. Matériels et méthodes	8
II.1. Zone d'étude : le massif de Boscodon-Morgon	8
II.2. Description des espèces étudiées	10
II.3. Étude acoustique	13
II.4. Suivi diurne.....	13
II.5. Description des arbres gîtes	15
II.6. Indice de fission-fusion.....	17
a. PSI (Pairwise Sharing Index)	17
b. ISI (Individual Sharing Index).....	18
c. IS (Indice de Sociabilité quotidienne)	18
d. IRG (Indice de Réutilisation des Gîtes).....	18
II.7. Traitements des données acoustiques	18
III. Résultats.....	20
III.1. Étude acoustique.....	20
III.2. Suivi diurne	20
III.3. Fission-Fusion.....	22
III.4. Description des arbres gîtes.....	24
IV. Discussion	26
IV.1. Étude acoustique.....	26
IV.2. Comportement de fission-fusion	26
IV.3. Description des arbres gîtes.....	27
V. Bibliographie.....	28
Annexe : Résultats des indices de fission-fusion détaillés par individu	31

I. Contexte du projet

Un projet qui s'intègre dans des dynamiques nationales, alpines et européennes de protection de la biodiversité et des chauves-souris

Le **Programme Opérationnel Interrégional du massif Alpin (POIA)** est un outil de développement du massif alpin. Il est divisé en trois grands axes, dont le premier consiste à « protéger et valoriser les ressources alpines pour un développement durable des territoires de montagne » dont un des objectifs principaux consiste à « protéger la biodiversité et les continuités écologiques alpines ». Dans le cadre de ce programme, l'Office national des forêts a proposé un projet d'étude intitulé « **comprendre pour préserver : utilisation de la trame verte par les chauves-souris forestières des Alpes françaises** ».

Le projet s'inscrit dans les priorités du **Plan national d'action sur les chiroptères**, décliné dans les Plans d'action régionaux d'Auvergne-Rhône-Alpes et de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Ainsi les objectifs poursuivis au sein de ce projet répondent à deux actions du Plan national :

- Axe « Améliorer la connaissance et assurer le suivi en vue de la conservation des populations » - Action 1 : mettre en place un observatoire national des chiroptères et acquérir les connaissances nécessaires permettant d'améliorer l'état de conservation des espèces,
- Axe « Prendre en compte les chiroptères dans les aménagements et les politiques publiques » – Action 8 : Améliorer la prise en compte des chiroptères dans la gestion forestière publique et privée.

Le projet s'intègre aussi à la dynamique de l'**Action Plan for the Conservation of Bat Species in the European Union** publié en octobre 2018 par la Commission européenne en déclinaison de l'accord international EUROBATS (issu de la convention de Bonn) pour les 44 espèces de la directive Habitats, document qui promeut en particulier :

- la recherche sur les méta-populations à l'échelle régionale (Target 3),
- les solutions techniques pour la conservation des chauves-souris dans tous les principaux dortoirs aériens (Target 7),
- les initiatives pour réduire la fragmentation des habitats (Target 11),

l'intégration de la protection des chauves-souris dans la politique et les pratiques forestières (Target 12).

Améliorer les connaissances pour améliorer la gestion forestière

Le projet vise à apporter aux gestionnaires d'espaces naturels et aux collectivités des recommandations pour conforter ou faire évoluer la gestion des trames forestières alpines et protéger les chauves-souris. Pour ce faire, il a pour but d'étudier le comportement des chiroptères au sein des trames vertes et de mettre en évidence les liens entre leur activité et la fonctionnalité des milieux.

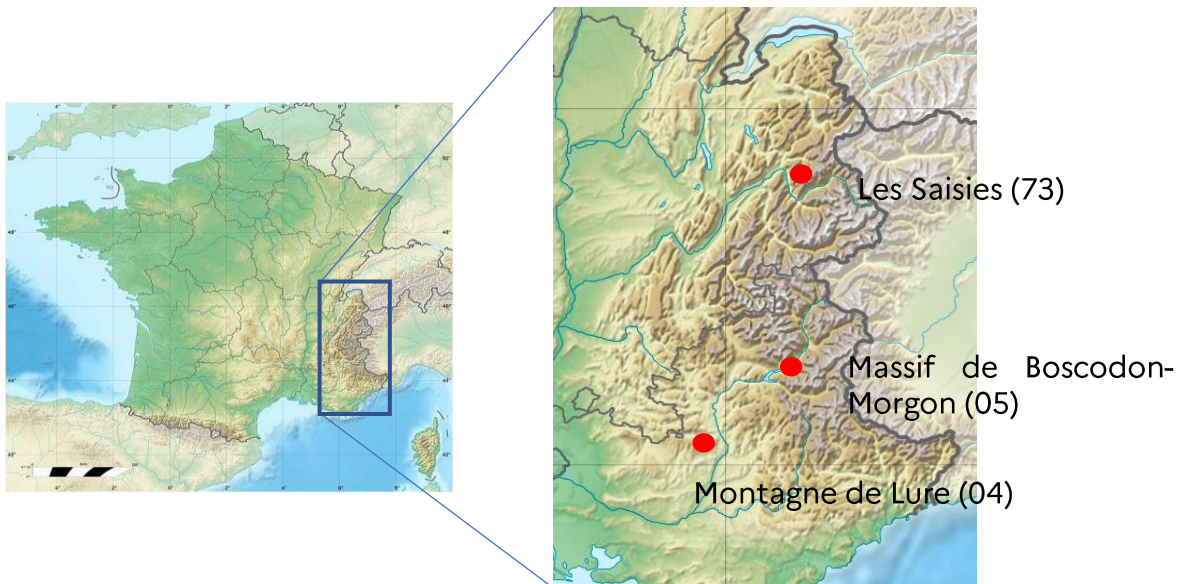
Ambitions du projet :

- ❖ Identifier les besoins vitaux de certaines chauves-souris en forêt de montagne
- ❖ Traduire leurs exigences en termes de composition, structure et qualité des habitats forestiers
- ❖ Émettre des recommandations de gestion forestière adaptées à la biodiversité et au contexte actuel de réchauffement climatique

Trois sites d'études représentatifs de la diversité des Alpes françaises

Ce projet d'une durée de trois ans (de 2020 à 2022) concerne 3 sites d'étude :

- **le plateau des Saisies** dans le Beaufortin qui représente les forêts des Alpes du Nord,
- **le massif forestier de Boscodon-Morgon** qui occupe une position plutôt centrale sur la chaîne des Alpes françaises,
- **la montagne de Lure** dans la partie sud des Alpes.



NB : Le présent rapport traite uniquement de l'étude réalisée dans le massif de Boscodon.

Un zoom sur l'Oreillard roux

L'étude s'est essentiellement concentrée sur l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*, L., 1758), espèce qui a pu être capturée et suivie sur les 3 sites d'études.

D'abord grâce à un **suivi nocturne sur les terrains de chasse par télémétrie** permettant d'une part de décrire les domaines vitaux et les centres d'activités de cette espèce, et d'autre part de quantifier la sélection d'habitats de cette espèce grâce aux données environnementales prospectées sur le terrain. Ces suivis nocturnes ont été réalisés sur les sites des Saisies et de la Montagne de Lure.

Et ensuite, par un **suivi diurne des gîtes**, permettant d'étudier le phénomène de fission-fusion qui correspond aux déplacements d'individus entre gîtes. Ces changements de gîtes favorisent entre autres des échanges sociaux, et limitent le parasitisme et la prédation (Reckardt & Kerth, 2007 ; Hohti et al., 2011).

Sur le massif de Boscodon-Morgon, nous nous sommes concentrés uniquement sur le suivi diurne. En complément, une **étude acoustique** a été mise en place, afin de dresser la liste des espèces présentes dans cet espace naturel.

Le **Murin à moustaches** (*Myotis mystacinus*, Kuhl 1817), autre espèce forestière assez commune mais peu étudiée, a également été suivi sur le massif de Boscodon-Morgon (recherche de gîtes).

II. Matériels et méthodes

II.1. Zone d'étude : le massif de Boscodon-Morgon

Le massif de Boscodon-Morgon est un espace naturel montagnard situé dans les Hautes-Alpes à proximité du Lac de Serre-Ponçon. Ce massif forestier de près de 6500 ha est constitué de la **forêt domaniale de Boscodon**, de la forêt de Morgon, propriété du mandement de Savines, de la forêt indivise de la Magnane et des forêts communales de Crots et de Savines. Par ailleurs,



la forêt domaniale de Boscodon dispose du label **Forêt d'Exception**[®] valorisant les politiques de gestion et de valorisation du patrimoine forestier public en lien avec les aspects historiques, paysagers et écologiques. Cette étude s'inscrit dans le contrat de projets de Boscodon, Forêt d'Exception[®] (action 4.6 C). Le massif est également inclus dans la zone d'adhésion du **Parc national des Ecrins** et dans le **site Natura 2000 « Bois de Morgon - Forêt de Boscodon – Bragousse »**.

Le relief est dominé par le Pic de Morgon qui culmine à 2324 m et dont le sol est principalement composé de marnes et de dolomies qui sont des roches sédimentaires. Les forêts de Boscodon et de Morgon font partie intégrante de la **sylo-écorégion des Alpes internes du sud** (Institut National de l'Information Géographique et Forestière, 2013). Les peuplements forestiers sont dominés par les résineux sous la forme de **sapinières et de pessières** (peuplements d'épicéas). Le **mélèze** est également une essence bien présente en peuplement pur ou mélangé. En dessous de 1200 mètres d'altitude, les peuplements sont le plus souvent composés de feuillus avec de la **hêtraie** ainsi que des peuplements mixtes chêne/pin sylvestre et des peuplements de pins noirs. Les différents milieux naturels de Boscodon et Morgon accueillent une biodiversité riche et typique des milieux montagnards.

Ce site présenté en figure 1 a été choisi en particulier car il présente des caractéristiques similaires aux deux autres sites également étudiés en parallèle dans le cadre de ce projet, c'est-à-dire un site d'altitude moyenne présentant de grandes zones forestières publiques et la présence de l'Oreillard roux, comme c'est le cas à la montagne de Lure dans les Alpes-de-Haute-Provence et aux Saisies en Savoie.

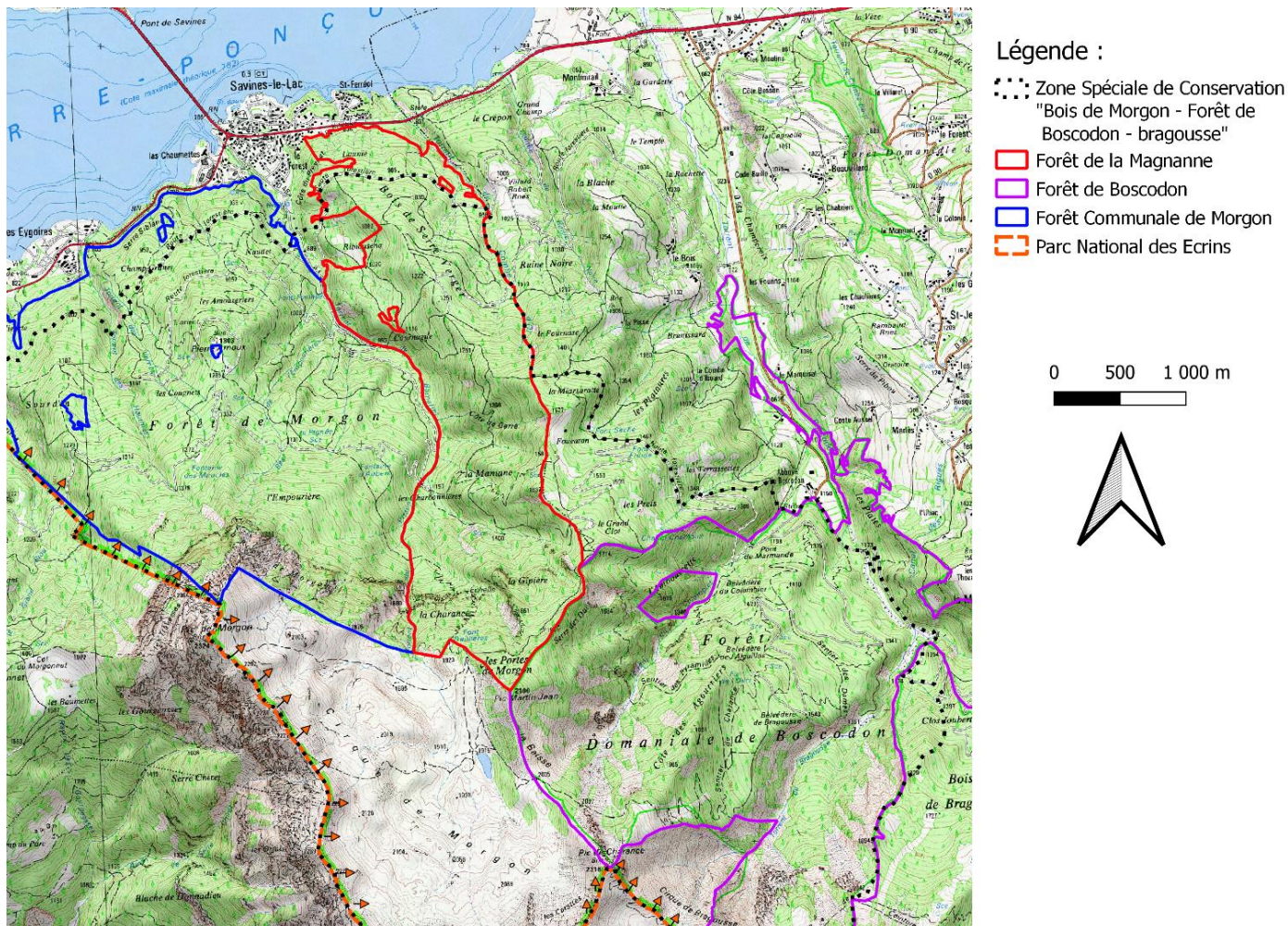


Figure 1 : Carte de la zone d'étude, le massif de Boscodon-Morgon (Adrian Weirich, ONF)

II.2. Description des espèces étudiées

L'Oreillard roux (*Plecotus auritus*, L., 1758)

L'Oreillard roux, espèce protégée au niveau national comme toutes les chauves-souris françaises, est une espèce de chiroptères typiquement forestière (Dietz et al., 2009) de taille moyenne, à tendance arboricole, mesurant 4 à 6 cm de long, avec une envergure d'environ 24 à 30 cm et qui pèse en général 7 à 11 g (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2013).



Figure 2 : Oreillard roux (*Plecotus auritus*, L., 1758) © Tillon L.

Bien répandu en France comme on peut le constater sur la figure 3, l'Oreillard roux se rencontre en Europe, du nord de la péninsule ibérique jusqu'en Scandinavie.

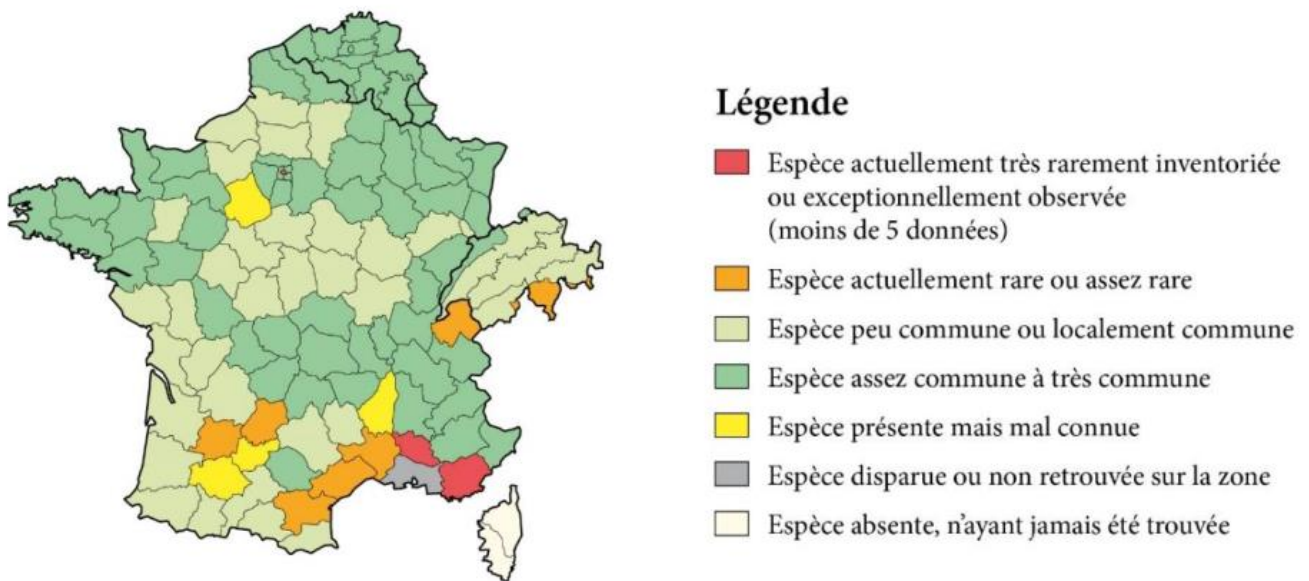


Figure 3 : Distribution de l'Oreillard roux en France métropolitaine (Arthur et Lemaire, 2009)

En ce qui concerne leurs gîtes, les oreillards roux femelles se réunissent en colonies de quelques individus à quelques dizaines, principalement dans des **fissures et des cavités arboricoles** telles que des écorces décollées, des loges de pics ou des caries, et parfois de manière opportuniste dans des **bâtiments ou fissures de falaise** (Camprodon et al., 2009 ; Dietz et al., 2009). Un individu peut ainsi utiliser jusqu'à 50 gîtes différents dans l'année selon la littérature (Steinhauser, 2002), alimentant alors la « fission-fusion » des colonies (Reckardt & Kerth, 2007 ; Hohti et al., 2011).

Le Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*, Kuhl 1817)

Le Murin à moustaches est une espèce de petite taille dont le poids n'excède pas plus de 8 g et est reconnaissable par sa face sombre. Elle fait partie du groupe d'espèces cryptiques des murins à museaux sombres qui comprend le Murin de Brandt ainsi que le Murin d'Alcathoé.

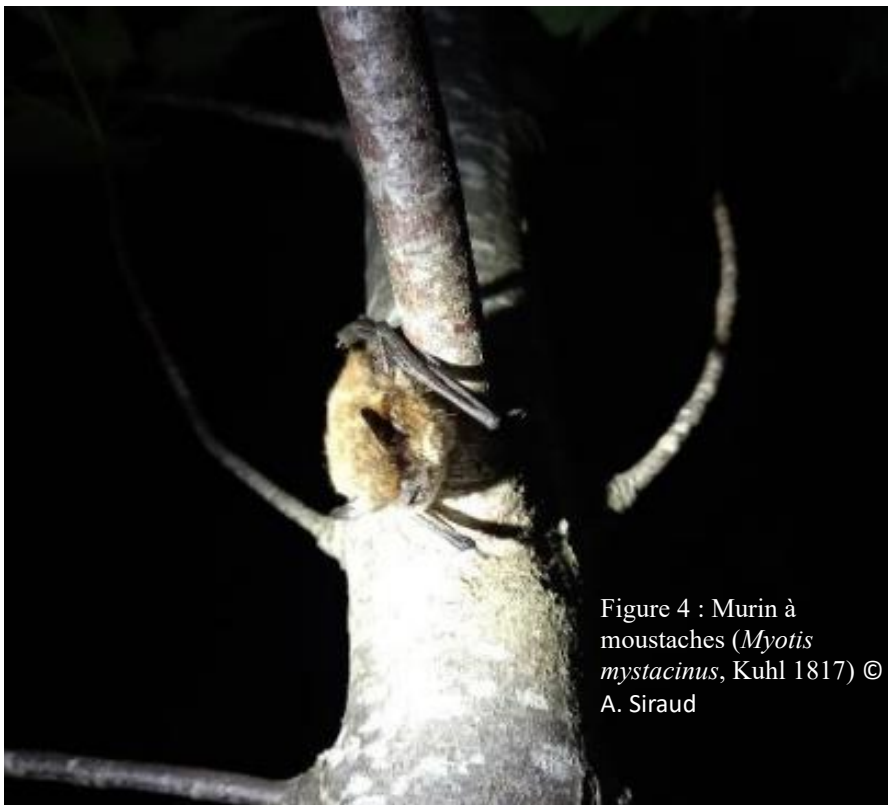


Figure 4 : Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*, Kuhl 1817) © A. Siraud

II.3. Étude acoustique

Une étude acoustique a l'avantage de ne pas être invasive pour les animaux et permet une détection fine et approfondie des espèces. En 2019, la montagne de Lure et plus particulièrement la réserve biologique intégrale (RBI) des Crêtes de Lure a bénéficié d'une étude acoustique réalisée par le réseau Mammifères de l'ONF pour étudier le cortège d'espèces présentes (Gattus, 2019). La même méthode a été utilisée sur le massif de Morgon – Boscodon à l'occasion de la présente étude. Outre l'aspect d'**inventaire des espèces présentes**, cette méthode permet en amont des opérations de télémétrie de **déceler les secteurs avec une forte activité acoustique des espèces ciblées**, afin d'y venir capturer pour la télémétrie.

Deux principales méthodes basées sur l'écoute des ultrasons émis par les chauves-souris peuvent être utilisées, il s'agit de l'écoute active et de l'écoute passive. A la vue du caractère très accidenté du terrain, il a été décidé de s'appuyer sur **l'écoute passive** avec la pose d'enregistreurs de type SM2 Bat. Cette technique permet également d'acquérir de manière automatique une quantité importante de données et ce sur plusieurs nuits consécutives. A titre d'exemple, un nombre de contacts élevé pour une espèce en début ou fin de nuit peut nous orienter sur la présence d'une colonie de reproduction à proximité des enregistreurs.

Le protocole utilisé est celui établi par le réseau Mammifères de l'ONF : MCD100 (Office National des Forêts, 2016). Il consiste à poser les enregistreurs 2 à 3 nuits consécutives et ce à 2 saisons distinctes en montagne. Une adaptation a été réalisée puisque l'échantillonnage n'a pu être effectué qu'au cours de l'été. Nous aurons donc des informations uniquement sur les espèces se reproduisant ou estivant dans le massif de Boscodon-Morgon. Cette technique nécessite un traitement des données par une chaîne informatique puis une importante phase d'identification avant la validation des espèces.

II.4. Suivi diurne

Le suivi diurne consiste en la localisation précise du gîte de chaque individu équipé d'un **émetteur** à l'occasion d'**opérations de capture** nocturnes afin d'étudier les phénomènes de fission-fusion des colonies de parturition. Les chiroptères sont donc recherchés en journée pendant un nombre de jours consécutifs le plus grand possible, définie par la durée de vie de la pile des émetteurs qui est environ d'une dizaine de jours.

Figure 5 : femelle
allaitante d'Oreillard
roux © Genin Manon -
ONF



Une dizaine d'individus sont alors équipés durant la session de terrain (13 individus pour cette étude) avec des émetteurs dont le poids ne doit pas dépasser 5 % de la masse corporelle d'après les recommandations du Muséum national d'Histoire naturelle. Du fait de cette recommandation, nous ne pouvons pas utiliser des puces GPS qui sont encore trop lourdes pour les oreillards roux. Nous utilisons donc des **émetteurs VHF** (Very High Frequency) (marque Lotek, modèle Picopip) d'une autonomie d'une dizaine de jours, pesant 0,42 g ou 0,31 g dans l'éventualité où nous aurions la possibilité d'équiper des individus plus légers tels que des murins à moustaches (*Myotis mystacinus*, Kuhl 1817). Les captures ont lieu sur les territoires de chasse présumés à des endroits stratégiques afin de maximiser les chances de capture, tels que les points d'eau ou dans des couloirs forestiers formant un rétrécissement. Les premières bêtes équipées guident alors les équipes de radiopistage en journée dans les gîtes où dorment les colonies, pour ensuite effectuer de nouvelles captures à la tombée de la nuit en sortie de ces gîtes. Ce deuxième lot de captures permet d'équiper des individus appartenant très probablement à une même colonie afin de mieux étudier les phénomènes de fission-fusion.

Toutes les captures sont réalisées à l'aide de filet japonais. L'espèce, le sexe et diverses mesures biométriques sont notés pour chaque individu capturé. Les femelles sont ensuite équipées d'un émetteur collé sur leur dos à l'aide d'une colle chirurgicale, permettant à l'émetteur de se détacher tout seul au bout d'une quinzaine de jours, correspondant à la durée moyenne maximale d'autonomie de la pile de l'émetteur. Seules les femelles adultes sont

équipées car en période de sevrage, les habitats de chasses préférentiels en termes d'accessibilité et de qualité sont laissés à ces dernières, les mâles étant repoussés vers des habitats de chasse plus éloignés voire de moins bonne qualité. Également, les mâles ne vivent pas en colonie pendant cette période, ne rendant pas possible l'étude des phénomènes de fission-fusion. De plus, ce sont les femelles qui portent le succès de l'espèce puisque seules les femelles s'occupent de la progéniture. C'est pourquoi ce sont ces dernières les plus intéressantes à suivre. Si des jeunes volants sont capturés, ils peuvent éventuellement être équipés puisqu'ils ne quitteront la colonie qu'à l'automne.

Ensuite, pendant une dizaine de jours, la position du gîte de chaque individu est recherchée à l'aide de récepteurs VHF (marque Lotek, modèle Biotracker) et d'antennes de réception (Liteflex marque Lotek, modèle Yagi à 3 brins). Plus précisément, assisté par des talkies-walkies afin de se coordonner et de communiquer l'avancée des recherches, chaque gîte connu est scanné puis les coordonnées GPS précises de chaque nouveau gîte découvert avec un individu équipé à l'intérieur sont référencées. L'objectif final étant d'obtenir un tableau avec le gîte utilisé chaque jour par chaque individu ainsi qu'une liste des gîtes utilisés accompagné de leur coordonnées GPS. Afin de faciliter la suite de la mission, tous les arbres gîtes sont marqués de rubalise jusqu'à la fin de la session de terrain.

II.5. Description des arbres gîtes

Chaque arbre gîte localisé et marqué de rubalise pendant la session de terrain fait l'objet d'un protocole de description des arbres gîtes. Ce protocole est effectué juste après la mission de radiopistage afin d'obtenir une description la plus proche de celle des conditions présentes pendant la mission sans pour autant surcharger les agents pendant les suivis nocturne et diurne. Diverses caractéristiques du gîte, de l'arbre gîte et de son environnement sont relevées, qui sont présentées en tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques principales relevées dans le cadre du protocole de description des arbres gîtes

Gîte	Arbre gîte	Environnement
Type de gîte (loge de pic, carrié, ...)	Essence	Distance à l'eau
Diamètre de l'ouverture de la cavité (cm)	Hauteur (m)	Encombrement au-dessus de 16m
Hauteur	Diamètre (cm)	Encombrement entre 4 et 16m
Support (tronc ou branche)	État sanitaire	Encombrement en-dessous de 4m
Coordonnées	Hauteur des premières branches	État sanitaire
Espèce	Surface du tronc avec écorce	Essence majoritaire
Nombre d'adultes femelles	Taux d'écorces décollées	Seconde essence majoritaire
Nombres d'individus sans indentation		Commentaire divers



Figure 6 : Différents gîtes arboricoles utilisés par des oreillards roux © Adrian Weirich

II.6. Indice de fission-fusion

Afin de mettre en relief les phénomènes de fission-fusion des colonies, c'est-à-dire le rassemblement ou la séparation des individus d'une même colonie en plusieurs groupes familiaux, nous utilisons quatre indices. Le premier, le PSI (Pairwise Sharing Index), représente les partages et changements de gîtes observés par rapport aux partages et changements théoriques attendus. Ensuite nous utilisons un indice reflétant le taux de partage de gîte pour chaque individu (ISI pour Individual Sharing Index) dont la valeur est généralement sous-estimée du fait du faible nombre d'individus suivi par rapport au nombre d'individus présents sur l'intégralité du site d'étude. En effet l'observateur ne voit que les individus équipés, alors que l'individu peut gîter avec d'autres individus non équipés. C'est pourquoi on complète cet indice par deux autres, d'une part un indice de sociabilité quotidienne (IS) et d'autre part un indice de réutilisation des gîtes (IRG).

a. PSI (Pairwise Sharing Index)

Cet indice reflète les **changements de gîtes observés par rapport aux changements de gîtes attendus** et est obtenu par la formule suivante : « OSP – ESP » où OSP (Observed roost-sharing proportion) correspondant au ratio du nombre de jours pendant lesquels 2 individus ont partagé un même gîte par le nombre total de jours de suivi commun aux 2 animaux. Et où ESP (Expected roostsharing proportion) est obtenu par la formule suivante :

$$ESP = (1/(ST)(Bat1\ roosts/day1)) * (1/(ST)(Bat2\ roosts/day2))$$

où « Bat roosts » est le nombre total de gîtes utilisés par l'individu, « days » est le nombre total de jours de suivi de l'individu, et « ST » le nombre total de jours de suivi commun aux 2 animaux. On obtient une valeur par couple d'individus qui varie de -1 à 1, où une valeur de 0 signifie que ce qui est observé équivaut à l'attendu, **une valeur supérieure à 0 démontre qu'il y a un phénomène de fission-fusion** car l'observé est supérieur à l'attendu, et une valeur inférieure à 0 veut dire qu'il n'y a pas fission-fusion (Willis et al., 2004 ; Kerth et Konig, 1999 ; Kerth et al., 2001 ; Webber et Willis, 2020).

b. ISI (Individual Sharing Index)

Cet indice représente le **taux de partage de gîtes pour chaque individu**, et est obtenu par la formule suivante :

$$ISI = (Ind/days) / P$$

où Ind est le nombre d'occurrences d'individus suivis avec lesquels un individu donné partage un gîte sur l'intégralité du suivi, « days » est le nombre de jours de suivi de l'individu en question, et « P » est le nombre moyen par jour d'individus équipés pouvant participer au partage des gîtes. On obtient une valeur par individu qui varie de 0 à 1 où **plus la valeur est élevée, plus cela signifie que l'individu partage des gîtes avec d'autres individus** (Willis et Brigham, 2004 ; Kerth et König, 1999).

c. IS (Indice de Sociabilité quotidienne)

Cet indice de sociabilité quotidienne correspond au ratio du nombre de jours où un individu donné a partagé son gîte avec au moins un partenaire équipé par le nombre de jours de suivi de l'individu donné. On obtient donc une valeur par individu suivi qui varie de 0 à 1 où **plus la valeur est élevée plus la sociabilité de l'individu l'est également** (Ligout et al., 2011 ; Webber et Willis, 2020).

d. IRG (Indice de Réutilisation des Gîtes)

Cet indice de réutilisation des gîtes s'obtient par la formule suivante :

$$RRI = GR/GI$$

où « GR » est le nombre de gîtes utilisés par un individu donné et réutilisés par d'autres individus équipés, et « GI » le nombre de gîtes de l'individu donné. Il varie aussi entre 0 et 1 (Webber et Willis, 2020 ; Kerth et König, 1999 ; Wilkinson, 1985).

II.7. Traitements des données acoustiques

Une nuit d'enregistrement est composée de fichiers bruts compressés (format WAC pour les SM2) par tranche de 30 minutes, enregistrés de manière continue entre 30 minutes avant le coucher du soleil et 30 minutes après son lever. Les fichiers sont décompressés et découpés en fichiers de 5 secondes (à l'aide du logiciel Kaleidoscope de Wildlife Acoustics). Ces fichiers sont déposés puis analysés sur la plateforme

Tadarida développée par le Museum National d'Histoire Naturelle. Pour chaque fichier, le programme va proposer une identification spécifique de la chauve-souris enregistrée ainsi qu'un indice de confiance.

A la suite de cela est effectué un travail de validation ou d'invalidation des propositions faites par Tadarida. Cela consiste en l'analyse (très souvent manuelle) des séquences par la méthode acoustique classique proposée par M.Barataud (BARATAUD, 2012) à l'aide du logiciel Batsound de Pettersson Electronics. L'identification s'effectue au niveau de l'espèce quand c'est possible, dans les autres cas on en reste au genre (ex. : *Myotis* sp.) ou au groupe d'espèces comme les « sérotules ».

III. Résultats

III.1. Étude acoustique

Quatre enregistreurs ont été déposés sur les forêts de Boscodon et Morgon au cours des 3 sessions du mois de juin à août. Au total **12 espèces** ont pu être contactées sur le massif de Boscodon-Morgon et sont présentées dans le tableau 2. Parmi celles-ci 2 sont d'intérêt communautaire, c'est-à-dire inscrites à l'annexe 2 de la directive européenne Habitats. Faute de temps, aucun calcul de l'activité chiroptérologique (minute active, nombre de contacts par espèce et par heure) n'a été réalisé.

Tableau 2 : Liste d'espèces contactées pendant l'étude acoustique

Nom vernaculaire	Nom latin	Directive Habitats	Liste rouge nationale
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	DH2 & DH4	LC
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	DH4	NT
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	DH4	LC
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	DH4	NT
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	DH4	VU
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	DH4	NT
Petit Rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	DH2 & DH4	LC
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	DH4	LC
Murin cryptique	<i>Myotis crypticus</i>	?	?
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	DH4	LC
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	DH4	NT
Oreillard indéterminé	<i>Plecotus sp</i>	/	/

III.2. Suivi diurne

Les points sur lesquels des Murins à moustaches et des Oreillards ont été contactés ont servis pour les captures. Les premières captures ont été effectuées le 9 août 2021, puis le suivi diurne s'est déroulé du **10 au 20 août 2021** soit pendant 11 jours. Au total, 15 individus ont été capturés soit **9 oreillards roux** (dont 1 mâle) et **6 femelles de murin à moustache**. Les individus ont été suivis en moyenne pendant 8 jours. Les données générales des captures et du suivi sont détaillées dans les tableaux ci-après.

Tableau 3 : Nombre d'individus suivis par jour en 2021 à Boscodon

Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nombre d'individus suivis	3	9	10	10	10	10	10	13	15	15	15
Nombre d'individus trouvés	2	8	7	6	6	5	8	10	10	10	8

Tableau 4 : Récapitulatif des jours de suivis, des poids des émetteurs et des poids des individus équipés à Boscodon

Jour	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	4	4	7	7	8
Animal	520	765	842	17	920	783	155	969	324	136	583	273	253	235	682
Espèce	M	M	P	P	P	P	M	P	P	M	P	M	P	P	M
Nombre de jours de suivi diurne réussi	10	0	2	4	10	10	2	10	9	5	4	0	5	5	4
Poids de l'individu (g)	6,5	5,8	8,1	8,5	9,3	8,4	6,4	8,1	6,3	6,0	8,0	25,5	NA	NA	6,3
Poids de l'émetteur (g)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	NA	NA	0,42
Poids de l'émetteur par rapport au poids de l'individu (en %)	4,8	5,3	5,2	4,9	4,5	5,0	4,8	5,1	6,7	5,2	5,3	1,7	NA	NA	4,9

Espèce: M pour le Murin à moustache (*Myotis mystacinus*) et P pour l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*).

III.3. Fission-Fusion

Au total 15 gîtes ont été référencés dont 9 gîtes arboricoles, ils sont présentés en figure 7. Les indices de fission-fusion sont calculés par espèce afin d'être le plus cohérent possible. Ils sont présentés dans les tableaux ci-après et détaillés par individu en annexe.

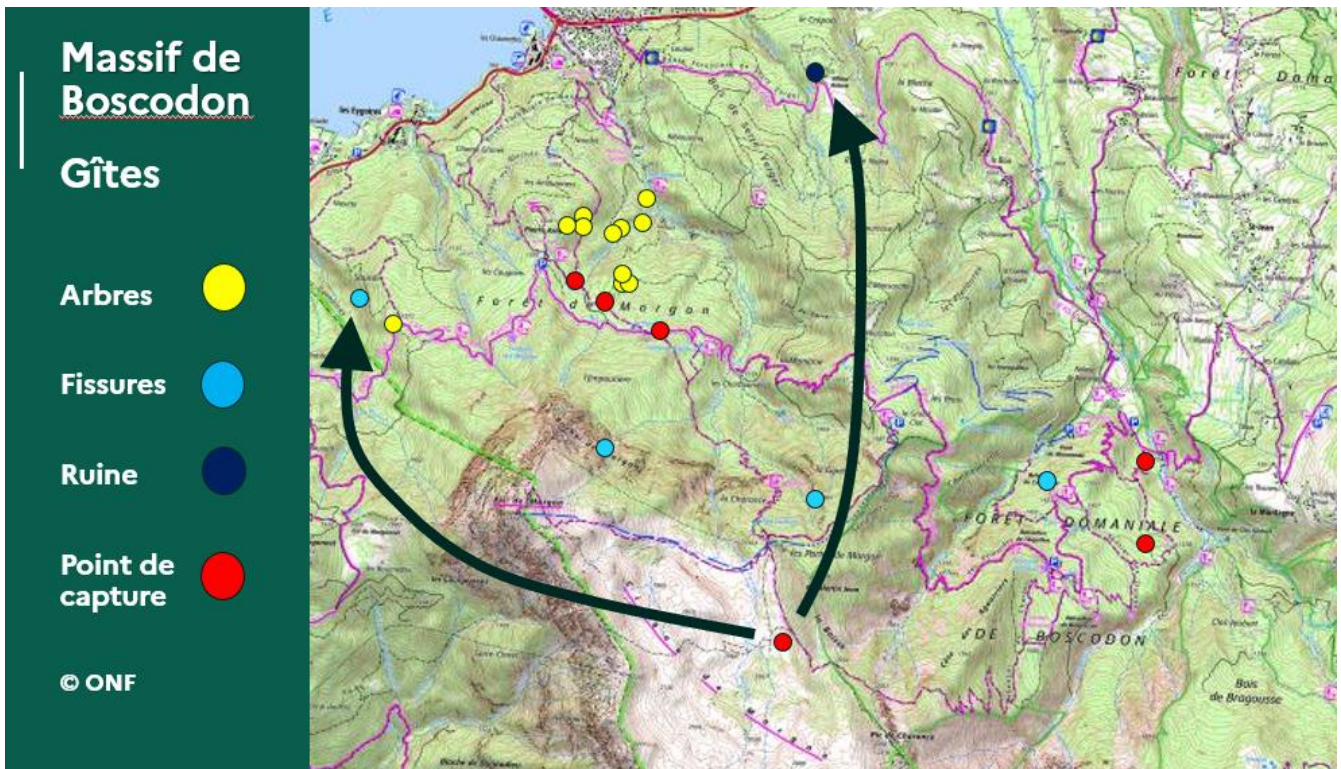


Figure 7 : Gîtes référencés à l'occasion de l'étude de Boscodon 2021, en noir les trajets de deux individus capturés au même endroit (ONF)

Tableau 5 : Résultats des indices de fission-fusion chez l'oreillard roux (*Plecotus auritus*)

Indices	PSI	ISI	IS	IRG
Moyenne ± écart-type	0,152 ± 0,401	0,113 ± 0,100	0,561 ± 0,454	0,574 ± 0,465
N	36	9	9	9

Tableau 6 : Résultats des indices de fission-fusion chez le murin à moustache (*Myotis mystacinus*)

Indices	PSI	ISI	IS	IRG
Moyenne ± écart-type	0,117 ± 0,307	0,020 ± 0,025	0,175 ± 0,236	0,250 ± 0,289
N	6	4	4	4

III.4. Description des arbres gîtes

Les 9 arbres gîtes ont été décrits (6 hêtres, 1 tremble et 2 pins sylvestres). Les caractéristiques relevées les plus intéressantes pour cette étude sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 – partie 1 : Caractéristiques notoires des arbres gîtes

Caractéristiques	Arbre 1	Arbre 2	Arbre 3	Arbre 4	Arbre 5	Moyenne
Diamètre de l'arbre (cm)	43	86	28	47	19	36 ± 22
Hauteur de l'arbre (m)	25	37	18	NA	14	17 ± 10
État sanitaire	Sain	Sain	Sain	Mort	Sain	/
Distance à l'eau (m)	NA	NA	NA	> 200	[50 ; 200]	/
Type de gîte	Loge de pic	Autre	Autre	Loge de pic	Écorce	/
Diamètre du gîte (cm)	[10 ; 20]	[10 ; 20]	< 10	< 10	< 10	/
Hauteur du gîte (m)	10	8	7	6	5	6
Nombre d'adultes femelles	1	NA	NA	NA	NA	/
Nombre d'individu sans identification	NA	NA	NA	NA	NA	/
État sanitaire de la zone	Sain	Sain	Sain	Sain	Mort	/
Encombrement au-dessus de 16m	7	60	20	70	0	30 ± 29
Encombrement entre 4 et 16m	70	70	50	70	85	72 ± 12
Encombrement en-dessous de 4m	30	20	90	50	80	56 ± 25
Forêt privée ou publique	publique	publique	publique	publique	publique	/

Tableau 7 – partie 2 : Caractéristiques notoires des arbres gîtes

Caractéristiques	Arbre 6	Arbre 7	Arbre 8	Arbre 9
Diamètre de l'arbre (cm)	18	40	20	24
Hauteur de l'arbre (m)	10	13	4	17
État sanitaire	Sain	Mort	Mort	Sain
Distance à l'eau (m)	> 200	[50 ; 200]	> 200	> 200
Type de gîte	Autre	Écorce	Fente	Fente
Diamètre du gîte (cm)	< 10	[10 ; 20]	[10 ; 20]	< 10
Hauteur du gîte (m)	8	4	3	7
Nombre d'adultes femelles	NA	NA	NA	NA
Nombre d'individu sans identification	NA	NA	NA	NA
État sanitaire de la zone	Sain	Mort	Mort	Sain
Encombrement au-dessus de 16m	20	0	70	20
Encombrement entre 4 et 16m	70	90	60	80
Encombrement en-dessous de 4m	40	60	50	85
Forêt privée ou publique	publique	publique	publique	publique

IV. Discussion

IV.1. Étude acoustique

Globalement, les enregistreurs SM2 ont permis de contacter un cortège d'espèces forestières et rupestres intéressant et ce dans un contexte montagnard. La présence de Murin à moustache et d'Oreillards, espèces cibles, a pu être confirmée. On remarque un cortège d'espèces forestières bien présent avec entre autres la Noctule de Leisler, la Barbastelle ou encore le Petit Rhinolophe. Des espèces rupestres caractéristiques du sud de la France ont également été rencontrées dont le Molosse de Cestoni ainsi que le Vespère de Savi. Parmi les espèces qui n'ont pas été rencontrées, certaines présentent peu d'affinités avec les milieux naturels du massif (Murin de Capaccini, Minioptère de Schreibers). Cependant d'autres espèces pourraient être plus attendues dans un massif forestier montagnard, en particulier certains murins forestiers (Murin d'Alcathoé, etc..). En effet, malgré un bon cortège d'espèces, on peut s'attendre à ce que cette liste ne soit pas exhaustive notamment du fait d'une pression d'échantillonnage assez faible. Il est vrai que le protocole n'a été mis en place qu'une fois et qu'une seule année. Il ne permet donc pas de conclure si cette absence reflète une réelle rareté sur le secteur ou si l'espèce n'a simplement pas été détectée. Seule une pression d'inventaire plus intense pourrait permettre de lever cette incertitude.

IV.2. Comportement de fission-fusion

Le phénomène de fission-fusion implique la présence d'un nombre de gîtes conséquents. On peut retrouver des gîtes principaux et des gîtes satellites organisés en réseau, c'est-à-dire relativement proches les uns des autres formant un réseau d'échange. Ce réseau permet aux chiroptères de changer régulièrement de gîte entre deux journées créant des liens sociaux et limitant le parasitisme et la prédation (Reckardt & Kerth, 2007 ; Hohti et al., 2011). Le suivi diurne a mis en évidence un réseau d'au moins 15 gîtes sur la zone d'étude utilisé par les individus équipés, dont 9 gîtes arboricoles. Malgré ce réseau de gîtes assez important pour une étude relativement courte et même si les individus équipés ont été assez bien pistés chaque jour, le nombre d'individus équipés par espèce est assez faible, notamment quand on le compare à la taille de la population potentielle de la zone, grossièrement estimée à au moins 200 individus. Le faible nombre d'individus équipés par espèce se reflète dans les faibles effectifs et les grands écart-types des indices de fission-fusion. Afin d'améliorer la robustesse de ces analyses et par conséquent notre compréhension de ces phénomènes de fission-fusion, une opération de capture-marquage-recapture pourrait être une méthodologie à mettre en

place notamment dans le cadre d'une étude reconduite sur plusieurs années. Malgré tout, en croisant les observations faites sur le terrain avec les données recueillies, on observe une bonne sociabilité des individus intra-espèce, un changement de gîte quasi quotidien et une importante réutilisation de ces derniers au sein du réseau de gîtes suivis, confortant les valeurs des indices de fission-fusion, notamment chez l'oreillard roux avec un indice de sociabilité de 0,561 et un indice de réutilisation de gîtes de 0,574.

IV.3. Description des arbres gîtes

La description des arbres gîtes permet de compléter l'études des phénomènes de fission-fusion et de tirer des tendances quant aux préférences et aux besoins des oreillards roux pendant la période estivale. La première chose remarquable est que 6 des 9 arbres ont un **état sanitaire considéré comme sain**, en général en adéquation avec l'état sanitaire de la zone où ils se trouvent. Si les bois dépérissants ou morts favorisent l'apparition de dendromicrohabitats, dans les Alpes du Sud ou du moins à Boscodon les feuillus sains semblent fournir une quantité suffisante de gîtes aux oreillards. Ces gîtes sont très majoritairement des fentes, qui peuvent survenir suite à différentes perturbations (foudre, neige lourde, dégâts d'exploitation, vent, etc.) Une tendance se confirme également sur les **diamètres relativement élevés de ces arbres gîtes**, montrant la nécessité des **peuplements matures**. De plus, l'encombrement autour du gîte ne paraît pas être un facteur déterminant. Il est en de même avec la proximité d'un point d'eau qui ne semble pas du tout être un point important pour la localisation des gîtes. Les chiroptères s'hydratent en effet plutôt pendant la nuit sur leur territoire de chasse. A propos des gîtes en tant que tels, ils sont de types assez diversifiés. On peut retrouver **des loges de pics, des fentes, des écorces décollées, et d'autres dendromicrohabitats** montrant le caractère opportuniste et adaptatif de l'espèce.

V. Bibliographie

- Anderson, M. E., & Racey, P. A. (1993). Discrimination between fluttering and non-fluttering moths by brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Animal Behaviour*, 46(6), 1151-1155.
- Arthur L. & Lemaire M. (2009). *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (Collection Parthénope); MNHN, Paris, 544p.
- Ashrafi, S., Beck, A., Rutishauser, M., Arlettaz, R., & Bontadina, F. (2011). Trophic niche partitioning of cryptic species of long-eared bats in Switzerland: implications for conservation. *European Journal of Wildlife Research*, 57(4), 843-849.
- Barataud M., Giosa S. (2012). *Biodiversité des Chiroptères et gestions forestières en Limousin*. GMHL, Limoges.
- Camprodon J., Guixé D., Flaquer C. (2009). Efecto de la gestion forestal sobre los quiropteros en hayedos de Catalunya. *Galemys* 21: 195–215.
- Caparrós A., Jacquemont F. (2003). Conflicts between biodiversity and carbon sequestration programs: Economic and legal implications. *Ecological Economics* 46 (1): 143–157.
- Dietz, C., Nill, D., & von Helversen, O. (2009). *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa*. A & C Black.
- Dubourdieu J. (1997). *Manuel d'aménagement forestier, gestion durable et intégrée des écosystèmes forestiers*. Editions Lavoisier TEC&DOC, 244 p.
- Entwistle A.C., Racey P.A., Speakman J.R. (2000). Social and population structure of a gleaning bat, *Plecotus auritus*. *Journal of Zoology* 252: 11–17.
- Eklöf, J., & Jones, G. (2003). Use of vision in prey detection by brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Animal Behaviour*, 66(5), 949-953.
- Hohti P., Celúch M., Danko T., Kanuch P. (2011). Constraints in the roost-site selection of the treedwelling Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Hystrix Italian Journal of Mammalogy* 22 (1): 149–157.
- Horáček I., Dulic B. (2004). *Plecotus auritus* Linnaeus, 1758–Braunes Langohr. *Handbuch der Säugetiere Europas* 4: 953–999.
- Hosoi, F., & Omasa, K. (2009). Estimating vertical leaf area density profiles of tree canopies using three-dimensional portable lidar imaging. In *Proceedings of the ISPRS workshop laser scanning* (Vol. 9, pp. 152-157).
- IGN (2019). *La surface forestière – Inventaire Forestier, édition 2015-2019*. Institut National de l'Information Géographique et Forestière.
- INPN (2021). Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Version en vigueur au 04 mars 2021

Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115.

Kamoske, A. G., Dahlin, K. M., Stark, S. C., & Serbin, S. P. (2019). Leaf area density from airborne LiDAR: Comparing sensors and resolutions in a temperate broadleaf forest ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 433, 364-375.

Kanuch P., Danko S., Celuch M., Kristin A., Pjencak P., Matis S., Smidt J. (2008). Relating bat species presence to habitat features in natural forests of Slovakia (Central Europe). *Mammalian Biology* 73: 147-155.

Kerth, G., & König, B. (1999). Fission, fusion and nonrandom associations in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behaviour*, 136(9), 1187-1202.

Kerth, G., Wagner, M., & König, B. (2001). Roosting together, foraging apart: information transfer about food is unlikely to explain sociality in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 50(3), 283-291.

Ligout, S., Foulquié, D., Sèbe, F., Bouix, J., & Boissy, A. (2011). Assessment of sociability in farm animals: The use of arena test in lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1-2), 57-62.

Mayle B.A. (1990). A biological basis for bat conservation in British woodlands - a review. *Mammal Review* 20 (4): 159-195.

Murphy S.E., Greenaway F., Hill D.A. (2012). Patterns of habitat use by female Brown Long-Eared bats presage negative impacts of woodland conservation management. *Journal of Zoology* 288 (3): 177-183.

ONF (2016). Protocole pour l'estimation de l'activité chiroptérologique en forêt. Paris : ONF Réseau Mammifères

ONF (2017). Chauves-souris : les Oreillard roux et Oreillard gris. *Activité nature / Connaissez-vous la forêt ? / Les animaux / Les chauves-souris / Les vespertilionidés / Oreillard roux et Oreillard gris.*

Rameau J.-C., Gauberville C., Drapier N. (2000). *Gestion forestière et diversité biologique : identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire - France, domaine atlantique.* Paris: IDF.

Reckardt K., Kerth G. (2007). Roost selection and roost switching of female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*) as a strategy of parasite avoidance. *Oecologia* 154 (3): 581-588.

Steinhauser D. (2002). Investigations on the ecology of the Barbastelle, *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), and the Bechstein's bat, *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817) in Southern Brandenburg, Germany. *Untersuchungen zur Oekologie der Mopsfledermaus, Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), und der Bechsteinfledermaus, *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817) im Sueden des Landes Brandenburg. *Schriftenreihe fuer Landschaftspflege und Naturschutz* 71: 81-98.

Thuiller, W. (2004). Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global change biology*, 10(12), 2020-2027.

Tillon, L. (2015). Utilisation des gîtes et des terrains de chasse par les Chiroptères forestiers, propositions de gestion conservatoire (Doctoral dissertation, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).

Tillon L. (2012). Prise en compte des chiroptères dans la gestion forestière, de l'étude aux mesures concrètes: un exemple en forêt de plaine. *Symbiose*, 28, pp. 1-6

Tillon, L., & du réseau Mammifères, A. (2008). Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances.

Vallauri D. (2003). Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Editions Tec & Doc. Londres - Paris - New York.

Webb P. I., Speakman J. R., Racey P. A. (1993). Defecation, apparent absorption efficiency, and the importance of water obtained in the food for water balance in captive Brown Long-Eared (Plecotus auritus) and Daubenton's (Myotis daubentoni) bats. *Journal of Zoology* 230 (4): 619–628.

Webb P.I., Speakman J.R., Racey P.A. (1995). Evaporative water loss in two sympatric species of Vespertilionid bat, Plecotus auritus and Myotis daubentoni: Relation to foraging mode and implications for roost site selection. *Journal of Zoology* 235: 269–278.

Webber, Q. M., & Willis, C. K. (2020). Correlations between personality traits and roosting behaviours suggest a behavioural syndrome in little brown bats. *Behaviour*, 157(2), 143-183.

Willis, C. K., & Brigham, R. M. (2004). Roost switching, roost sharing and social cohesion: forest-dwelling big brown bats, Eptesicus fuscus, conform to the fission–fusion model. *Animal behaviour*, 68(3), 495-505.

Wilkinson, G. S. (1985). The social organization of the common vampire bat. *Behavioral ecology and sociobiology*, 17(2), 123-134.

Annexe : Résultats des indices de fission-fusion détaillés par individu

Tableau 8 : Résultats de l'indice PSI détaillés par individu chez l'oreillard roux (*Plecotus auritus*)

Animal	17	842	920	783	969	324	583	253	235
17		-0,003	0,400	0,400	0,000	-0,001	-0,002	-0,011	-0,017
842			-0,001	-0,001	-0,001	-0,004	-0,008	-0,044	-0,067
920				1,000	0,000	0,000	-0,001	-0,004	-0,007
783					0,000	0,000	-0,001	-0,004	-0,007
969						0,000	-0,001	-0,004	-0,007
324							-0,003	1,314	1,304
583								-0,022	-0,033
253									1,307
235									

Tableau 9 : Résultats de l'indice PSI détaillés par individu chez le murin à moustache (*Myotis mystacinus*)

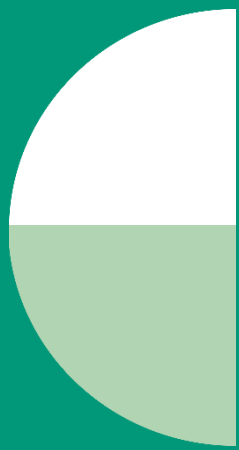
Animal	520	765	155	136	682	273
520		NA	0,002	0,001	0,744	NA
765			NA	NA	NA	NA
155				0,003	0,031	NA
136					0,006	NA
682						NA
273						

Tableau 10 : Résultats des indices ISI, IS, et IRG détaillés par individu chez l'oreillard roux

Animal	ISI	SI	RRI
17	0,296	1,000	1,000
842	0,000	0,000	0,000
920	0,128	1,000	1,000
783	0,128	1,000	1,000
969	0,000	0,000	0,000
324	0,114	0,444	0,500
583	0,000	0,000	0,000
253	0,174	0,800	1,000
235	0,174	0,800	0,667

Tableau 11 : Résultats des indices ISI, IS, et IRG détaillés par individu chez le murin à moustache

Animal	ISI	SI	RRI
520	0,028	0,200	0,500
765	NA	NA	NA
155	0,000	0,000	0,000
136	0,000	0,000	0,000
682	0,053	0,500	0,500
273	NA	NA	NA



Office National des Forêts

Agence des Hautes-Alpes
5 rue des silos
05007 GAP