

## Analyse des réseaux de gîtes de Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) dans les forêts d'altitude de Corse

*Identification, cartographie et caractérisation  
des gîtes arboricoles de colonies de reproduction  
en forêt territoriale de Valdu Niellu (Haute-Corse)*



Dominante d'approfondissement

Gestion des Milieux Naturels

Illustration de couverture : Forêt territoriale de Valdu Niellu, vue depuis le belvédère. Photo Florence Gohon.

Analyse des réseaux de gîtes de Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)  
dans les forêts d'altitude de Corse

Identification, cartographie et caractérisation des gîtes arboricoles de colonies de reproduction  
en forêt territoriale de Valdu Niellu (Haute-Corse)

Dominante d'approfondissement  
Gestion des Milieux Naturels



## Résumé

Depuis plus de 25 ans, le Groupe Chiroptères Corse œuvre pour l'étude et la protection des chauves-souris en Corse. Dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères (2009 – 2013), un programme d'étude de la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) a été initié en 2012. Cette espèce arboricole est courante dans les forêts d'altitude de Corse, où domine le Pin laricio. Les Noctules de Leisler y utilisent des réseaux de gîtes au sein desquels les individus se répartissent chaque jour suivant un phénomène de fission-fusion. Ce mode de fonctionnement en métapopulations est encore relativement méconnu. Depuis 2014, des femelles sont suivies par télémétrie en période de reproduction, avec l'objectif de localiser les gîtes utilisés. 66 arbres gîtes ont été identifiés en forêt territoriale de Valdu Niellu, aux mois de juin, juillet et août 2016. Ce massif forestier abrite vraisemblablement 3 colonies de reproduction entre lesquelles il existe une ségrégation spatiale des réseaux de gîtes arboricoles. Les femelles reproductrices s'avèrent moins regroupées pendant la lactation que lors de la gestation. Après la lactation, les colonies se dispersent. Un protocole d'échantillonnage de cavités non occupées a été mis en place afin de comparer les caractéristiques des cavités utilisées comme gîtes à celles disponibles. Des modèles de régression logistique ont été élaborés à partir de variables descriptives de l'environnement, de l'arbre et de la cavité. Les Noctules de Leisler sont sensibles au recouvrement du sous-étage, aux lisières et au sinus de l'exposition. A l'échelle de l'arbre, les critères de sélection sont la hauteur de l'entrée de la cavité et dans une moindre mesure le voisinage et le volume du houppier. Les Noctules de Leisler montrent globalement peu d'exigences écologiques dans le choix du gîte et sont essentiellement tributaires de l'offre en cavité des peuplements.

## Abstract

The *Groupe Chiroptères Corse* has been working for more than 25 years for study and conservation of bats in Corsica. As part of the *Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères (2009 – 2013)*, a study programme of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) was initiated in 2012. That tree-roosting species is common in Corsican forests of altitude, covered by Corsican pine. Leisler's bats use roost networks in which they move daily according to a fission-fusion pattern. That metapopulations pattern is still little known. Since 2014, female bats are tracked by telemetry during the breeding period, in order to find used roosts. 66 roost trees have been located in territorial forest of *Valdu Niellu*, in June, July and August 2016. That forest probably supports 3 breeding colonies with spatial segregation of tree roost networks. Breeding females gather together less during lactation than during pregnancy. After lactation, colonies disperse. A sampling protocol of unused cavities has been set up in order to compare roost cavities and available cavities. Logistic regression models have been built from variables describing environment, tree and cavity. Leisler's bats are careful about understory vegetation cover, forest edges and sinus of exposure. At tree scale, selection criteria are the height of roost entrance and, to a lesser extent, neighbourhood and tree crown volume. Leisler's bats show up few ecological requirements in roost choice and they are mainly dependent on cavity supply of forest stands.



## Remerciements

Ce projet n'aurait pas été mené à son terme sans le soutien de ceux qui œuvrent, en Corse ou ailleurs, pour la conservation des chiroptères, la richesse du milieu forestier, ou plus globalement l'élargissement des connaissances naturalistes. Je souhaiterais donc remercier les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette étude : Jacky Traissard, Fabrice Torre, Laurent Tillon, Murielle Tiger, Delphine Rist, Yannick Pugeaut, Christian Piedallu, Stéphane Muracciole, Sébastien Lebre, Sandra Guy, Gil, Jean-Yves Courtois, Marion Chalbos, Aurélien Besnard, Greg Beuneux.

Merci également à tous les bénévoles, sans qui de nombreuses actions resteraient lettre morte, venus prêter main forte pour les sessions de terrain et qui ont contribué aux meilleurs moments de ce stage. Avec ma reconnaissance toute particulière à ceux qui se sont dévoués pour m'accompagner à la « dendro », ils se reconnaîtront certainement : Lucas Vincenti, Eliot Ugnon-Coussioz, Pierre Tichit, David Sarrey, Charlotte Rybakowski, Marie Nocus, Hélène Maigre, Elisa Gourdon, Emeline Fresse, Maël Charbonneaux, Amélie Buellet, Florian Boulisset, Nathanaël Boiche, Guillaume Bach, Baptiste Antonini, Thaïs Andreani. Portez-vous bien !

## Table des matières

Remerciements	- 1 -
Table des matières	- 2 -
Table des annexes	- 4 -
Tables des illustrations	- 5 -
Index alphabétique des sigles	- 6 -
Avant-propos	- 7 -
1 Contexte de l'étude	- 9 -
1.1 Le Groupe Chiroptères Corse	- 9 -
1.2 Tour d'horizon du milieu forestier en Corse	- 10 -
1.3 Un programme d'étude pluriannuel	- 11 -
2 Synthèse des connaissances	- 13 -
2.1 La Noctule de Leisler ( <i>Nyctalus leisleri</i> , Kuhl 1817)	- 13 -
2.1.1 Description de l'espèce et critères de détermination	- 13 -
2.1.2 Répartition	- 13 -
2.1.3 Une espèce arboricole à affinité forestière	- 14 -
2.2 Bilan des acquis de quatre années de suivi en Corse	- 14 -
2.2.1 Territoires de chasse insulaires	- 14 -
2.2.2 Réseaux de gîtes estivaux et fission-fusion des colonies de reproduction	- 15 -
2.2.3 Questions en suspens	- 16 -
3 Matériel et Méthodes	- 17 -
3.1 Les massifs forestiers d'Aitone et de Valdu Niellu	- 17 -
3.1.1 Les forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu	- 17 -
3.1.2 Etat des connaissances des populations de Chiroptères	- 18 -
3.1.3 Le réseau de gîtes d'Aitone comme site de test du protocole d'étude	- 19 -
3.2 Recherche de gîtes par télémétrie	- 19 -
3.2.1 Capture et pose d'émetteurs radio	- 20 -
3.2.2 Prospection des gîtes par télémétrie	- 21 -
3.2.3 Comptage en sortie de gîte	- 21 -
3.3 Protocole d'échantillonnage de cavités disponibles	- 22 -
3.3.1 Qu'est-ce qu'un gîte potentiel ?	- 22 -
3.3.2 Plan d'échantillonnage	- 22 -
3.4 Description des arbres à cavité	- 23 -
3.4.1 Variables descriptives	- 23 -

3.4.2	Ressources utilisées _____	- 25 -
3.5	Traitements statistiques des données _____	- 26 -
3.5.1	Tests statistiques _____	- 26 -
3.5.2	Régressions logistiques _____	- 26 -
4	Résultats _____	- 28 -
4.1	Bilan des sessions de télémétrie sur Valdu Niellu _____	- 28 -
4.1.1	Suivi des femelles équipées et des arbres gîtes occupés _____	- 28 -
4.1.2	Cartographie des arbres gîtes à Noctule de Leisler identifiés en 2016 sur Valdu Niellu - 30 -	
4.2	Echantillonnage des arbres à cavité non occupés _____	- 30 -
4.2.1	Aitone : colonie « Fornali » _____	- 30 -
4.2.2	Valdu Niellu : colonie « Chiarasgiu » _____	- 31 -
4.3	Principaux résultats des tests et modèles de régression logistique _____	- 31 -
4.3.1	Quelques résultats remarquables _____	- 31 -
4.3.2	Modèle avec variables liées à l'environnement de l'arbre à cavité _____	- 32 -
4.3.3	Modèle avec variables liées à l'arbre et à la cavité _____	- 33 -
5	Discussion _____	- 35 -
5.1	Difficultés techniques et circonstancielles _____	- 35 -
5.1.1	Absences de contact avec les individus équipés _____	- 35 -
5.1.2	Confusions entre espèces de chiroptères _____	- 35 -
5.1.3	Anticipation du protocole d'échantillonnage des absences _____	- 36 -
5.2	Répartition spatiale des colonies sur le massif forestier de Valdu Niellu _____	- 36 -
5.2.1	Trois colonies de reproduction suivies sur Valdu Niellu ou davantage ? _____	- 36 -
5.2.2	Quel modèle d'occupation de l'espace par les colonies ? _____	- 37 -
5.3	Un schéma d'occupation des gîtes qui diverge en partie des précédentes études en Corse - 40 -	
5.3.1	Arbres gîtes majeurs et secondaires _____	- 40 -
5.3.2	Influence du statut reproducteur sur le modèle de fission-fusion des colonies _____	- 40 -
5.4	Offre en cavités et traitement sylvicole _____	- 41 -
5.5	Limites des modèles statistiques _____	- 43 -
5.5.1	Un nombre relativement faible de données collectées _____	- 43 -
5.5.2	Absences réelles, pseudo-absences et absences non détectées _____	- 43 -
5.5.3	Précision des variables descriptives _____	- 44 -
5.5.4	Caractéristiques internes de la cavité _____	- 45 -
5.5.5	Opportunités et limites de l'ENFA, une approche statistique complémentaire _____	- 45 -
6	Conclusions _____	- 46 -

Références bibliographiques	- 47 -
Liste des contacts	- 50 -
Glossaire	- 51 -

## Table des annexes

Annexe I — Carte des arbres gîtes identifiés à l'occasion d'études antérieures sur Valdu Niellu. _	- 53 -
Annexe II — Données biométriques relatives aux Noctules de Leisler équipées. _____	- 54 -
Annexe III — Données de suivi télémétrique des Noctules équipées aux mois de juin, juillet et août.	55
Annexe IV — Données des comptages en sortie de gîte aux mois de juin, juillet et août. _____	- 56 -
Annexe V — Fiche de description des cavités (gîtes et absences). _____	- 58 -
Annexe VI — Notice de description des cavités (gîtes et absences)._____	- 60 -
Annexe VII — Résultats des tests statistiques (sortie R)._____	- 68 -
Annexe VIII — Courbes de réponse des variables qualitatives et coefficients des variables quantitatives, modèle lié à l'environnement._____	- 69 -
Annexe IX — Courbes de réponse des variables qualitatives et coefficients des variables quantitatives, modèle lié à l'arbre et à la cavité. _____	- 71 -
Annexe X — Modèle de régression logistique lié à l'environnement (sortie R)._____	- 73 -
Annexe XI — Modèle de régression logistique lié à l'arbre et à la cavité (sortie R)._____	- 74 -
Annexe XII — Courbes ROC des modèles finaux. _____	- 75 -
Annexe XIII — Article de presse paru dans Corse-Matin, édition du lundi 29 août 2016._____	- 76 -

## Tables des illustrations

<i>Figure 1 — Caractère forestier des espèces de chiroptères en Corse. Source : Les chauves-souris de Corse (GCC, 2011).</i>	- 10 -
<i>Figure 2 — Étagement de la végétation en Corse. Source : Flore forestière française, tome 3, d'après J. Gamisans.</i>	- 11 -
<i>Figure 3 — Manipulation d'une Noctule de Leisler. Photo Amélie Buellet.</i>	- 13 -
<i>Figure 4 — Pose d'un émetteur sur une Noctule de Leisler. Photo Marine Mazeaud-Bournique.</i>	- 20 -
<i>Figure 5 — Répartition des effectifs maximum observés par comptage entre arbres gîtes.</i>	- 40 -
<i>Tableau 1 — Quelques mesures biométriques de la Noctule de Leisler. D'après Dietz et al., 2009.</i>	- 13 -
<i>Tableau 2 — Synthèse des résultats des sessions de télémétrie en forêt de Valdu Niellu.</i>	- 28 -
<i>Tableau 3 — Étapes de construction du modèle de régression de logistique avec variables liées à l'environnement.</i>	- 32 -
<i>Tableau 4 — Étapes de construction du modèle de régression de logistique avec variables liées à l'arbre et à la cavité.</i>	- 34 -
<i>Carte 1 — Localisation des forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu. Fond de carte : MNT au pas de 25 m.</i>	- 17 -
<i>Carte 2 — Réseau d'arbres gîtes de la colonie « Fornali ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 19 -
<i>Carte 3 — Arbres gîtes identifiés en 2016 sur Valdu Niellu. Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 30 -
<i>Carte 4 — Échantillonnage des absences dans le PMC des arbres gîtes majeurs de la colonie « Fornali ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 30 -
<i>Carte 5 — Échantillonnage des absences dans le PMC des arbres gîtes de la colonie « Chiarasgiu ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 31 -
<i>Carte 6 — Réseaux d'arbres gîtes des colonies de reproduction de Valdu Niellu, sous l'hypothèse de 6 colonies. Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 38 -
<i>Carte 7 — Réseaux d'arbres gîtes des colonies de reproduction de Valdu Niellu, sous l'hypothèse de 3 colonies. Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 39 -
<i>Carte 8 — Distances de prospection constatées sur Aitone (a) et Valdu Niellu (b) lors de l'échantillonnage des absences. Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 42 -
<i>Carte 9 — Potentiel en arbres à cavité relevé autour de chaque arbre à cavité décrit sur Valdu Niellu. Fond de carte : IGN, 1/25 000.</i>	- 43 -

## Index alphabétique des sigles

AIC : *Akaike Information Criterion*

AUC : *Area Under Curve*

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

ENFA : *Ecological Niche Factor Analysis*

GCC : Groupe Chiroptères Corse

GPS : *Global Positioning System*

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ONF : Office National des Forêts

PMC : Polygone Minimum Convexe

ROC : *Receiving Operating Characteristics*

# Avant-propos

## Forme biologique : *Chiroptera*

L'Ordre des Chiroptères est caractérisé par le vol battu — ou « actif » — qu'ils sont les seuls mammifères à maîtriser. A l'échelle du globe, ils composent le second ordre de mammifères le plus vaste après les rongeurs, avec près d'un millier d'espèces connues. Les chiroptères présentent en outre une extraordinaire diversité, tant sur le plan morphologique que du régime alimentaire, physiologique, ou encore comportemental. Remarquable sous les tropiques, cette richesse spécifique tend à s'amenuiser fortement lorsque l'on remonte vers les zones tempérées, où l'on ne dénombre à l'heure actuelle que 54 espèces en Europe et Afrique du Nord (Dietz *et al.*, 2009). Ce chiffre évolue actuellement au gré des avancées dans le domaine de la génétique, par scission de taxons existants.

Toutes les chauves-souris européennes sont insectivores et pratiquent un système d'écholocation très développé. Mœurs nocturnes, mode de déplacement singulier... ces aspects qui ont historiquement contribué à forger une image négative des chauves-souris dans la culture occidentale expliquent encore aujourd'hui la méconnaissance de ces espèces et les méthodes d'étude spécifiques auxquelles doivent recourir les chiroptérologues, telle l'étude l'acoustique.

Bien que relativement restreint, le pool européen d'espèces présente toutefois une grande diversité écologique, notamment dans les milieux de vie. On rencontre ainsi des espèces forestières, cavernicoles ou anthropophiles. Les chiroptères n'occupent pas nécessairement le même milieu au cours des différentes étapes de leur cycle de vie : reproduction, swarming, hibernation... Rares sont les chauves-souris à réaliser l'ensemble de leur cycle de vie en milieu forestier, à l'image de la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) capable de passer l'hiver en léthargie sous une écorce décollée. Des théories avancent néanmoins une origine forestière de l'ensemble des espèces.

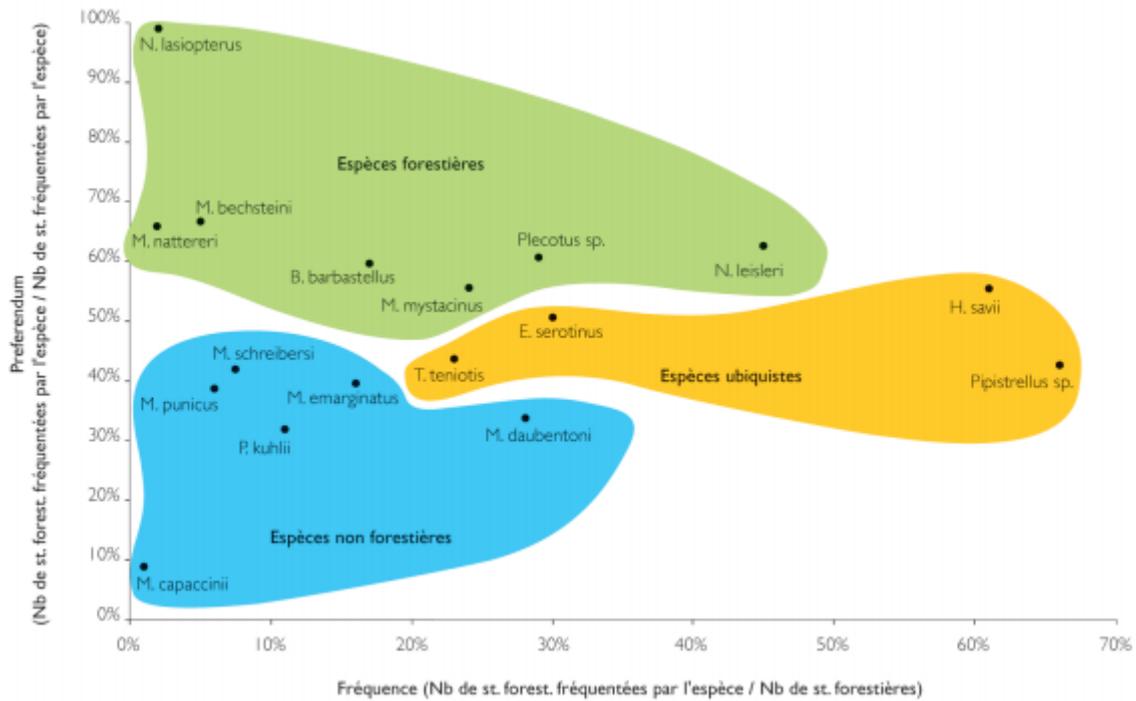
# 1 Contexte de l'étude

## 1.1 Le Groupe Chiroptères Corse

Le Groupe Chiroptères Corse (GCC) est une association loi 1901, créée en 1989 et agréée au titre de la protection de l'environnement. Elle est dédiée à l'étude et à la protection des chauves-souris en Corse. Jusqu'à présent, 22 espèces de chiroptères ont été contactées en Corse par le GCC, sur les 34 espèces rencontrées en France métropolitaine. Cette richesse chiroptérologique peut s'expliquer par la diversité des milieux insulaires. La distribution des espèces sur l'île est étroitement liée à leurs exigences écologiques. On rencontre un maximum d'espèces et la densité de contacts la plus élevée entre 1 000 et 1 500 m d'altitude. Les chiroptères présentent une diversité insulaire relativement forte, en comparaison du groupe des mammifères dans son ensemble. En Corse cohabitent des espèces originaires d'Afrique du Nord, comme le Murin du Maghreb (*Myotis punicus*), et des espèces du nord de l'Europe, à l'image du Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) qui se trouve en limite sud de son aire de répartition. On ne connaît pas, pour le moment, d'espèce endémique de l'île, quoique les populations de certaines espèces présentent des particularités qui pourraient mener à la description de nouveaux taxons à partir de critères génétiques. (GCC, 2011)

Bien que toutes les espèces de chiroptères aient un lien plus ou moins étroit avec le milieu forestier dans les étapes de leur cycle de vie, on constate que certaines d'entre elles montrent un « caractère forestier » particulièrement prononcé (Tillon, 2008). Huit des espèces présentes en Corse peuvent être considérées comme forestières (Figure 1), parmi lesquelles la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*), le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*), le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*), la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), etc (GCC, 2011). Dans un rapport d'inventaire, M. Barataud commente : « La forêt semi-naturelle de Pin laricio se révèle être [...] une des formations forestières les plus riches étudiées en Europe » (Barataud, 2002).

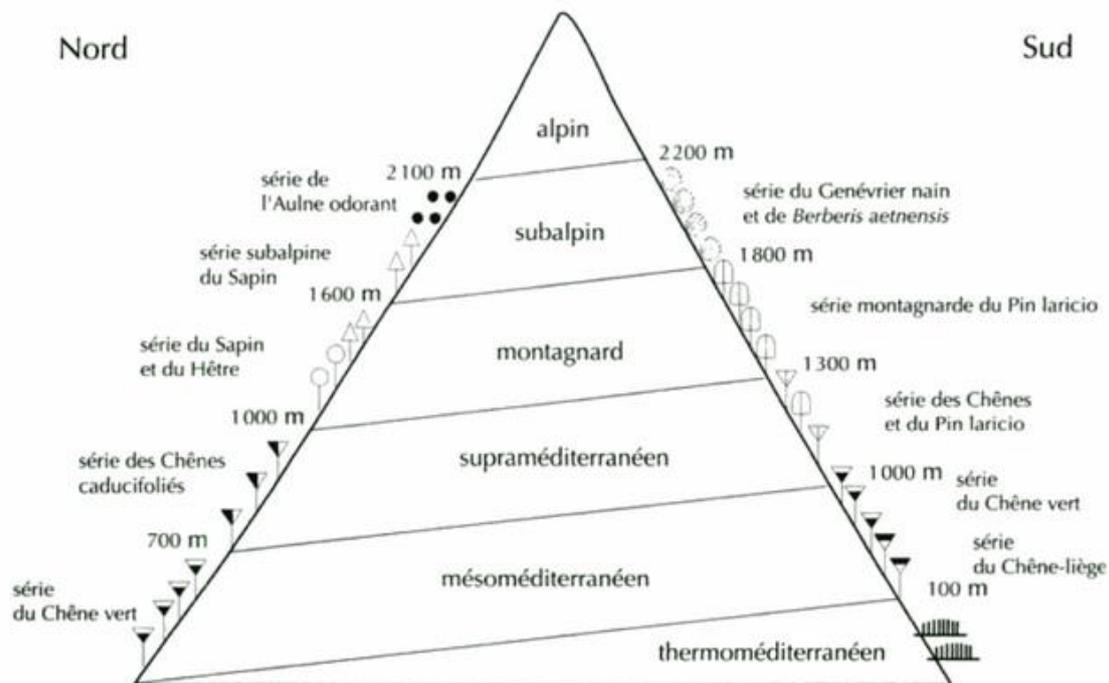
Figure 1 — Caractère forestier des espèces de chiroptères en Corse. Source : Les chauves-souris de Corse (GCC, 2011).



## 1.2 Tour d’horizon du milieu forestier en Corse

L’île de Corse est la plus montagneuse et la plus forestière des îles méditerranéennes. Le couvert forestier occupe près de la moitié de la surface insulaire, pour une superficie de plus de 400 000 ha. Le relief est structuré par les quatre grands massifs montagneux de la Haute-Chaîne, qui culmine à 2 706 m au Monte Cinto. Le Pin laricio de Corse (*Pinus nigra* subsp. *Laricio* var. *corsicana*), endémique de l’île, y domine jusqu’à 1 800 m d’altitude. Les autres essences de production bien représentées sur l’île sont le Pin maritime (*Pinus pinaster*), le Châtaignier (*Castanea sativa*), le Hêtre (*Fagus sylvatica*), le Chêne vert (*Quercus ilex*), le Chêne-liège (*Quercus suber*), ces deux derniers occupant l’étage méditerranéen en-deçà de 1 000 m (IFN, 2006) (Figure 2).

Figure 2 — Étagement de la végétation en Corse. Source : Flore forestière française, tome 3, d'après J. Gamisans.



Les forêts relevant du régime forestier couvrent un peu plus de 150 000 ha et concentrent un quart de la surface boisée de l'île. Ce sont pour un tiers du recouvrement des forêts territoriales, propriété de la Collectivité Territoriale de Corse, et pour deux tiers des forêts communales appartenant à des collectivités locales (ONF, 2011). Ces forêts gérées par l'Office national des forêts (ONF) sont localisées pour l'essentiel en altitude et dominées par les résineux. Le Pin laricio issu de ces forêts publiques constitue la principale source de production de bois d'œuvre, tandis que la forêt privée à dominante feuillue contribue à la filière majoritairement en bois de chauffage de Chêne vert et fait l'objet d'un agropastoralisme traditionnel. Les forêts corses sont globalement faiblement exploitées et la filière bois peu développée. Comme sur le continent, le morcellement de la propriété forestière fait obstacle à la mobilisation de la ressource en forêt privée. L'exploitation forestière en forêt publique est limitée par la pente et le manque de desserte. De nombreuses forêts présentent ainsi des peuplements vieillissants. Il existe toutefois une volonté de dynamiser la filière corse, qui pourrait mener à une évolution du profil des forêts corses (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Corse, 2006). Les peuplements forestiers sont également exposés à des risques élevés d'incendie. Le changement climatique fait quant à lui peser une lourde incertitude sur le devenir de ces milieux.

### 1.3 Un programme d'étude pluriannuel

L'ensemble des espèces de chiroptères présentes en France métropolitaine sont inscrites à l'Annexe IV de la Directive européenne « Habitats-Faune-Flore ». L'arrêté ministériel du 23 avril 2007 garantit la protection réglementaire au niveau national des espèces et de leurs habitats de reproduction et d'hibernation. Le bilan dressé par Pascal Moeschler du Muséum d'histoire naturelle de Genève à l'issue du premier *Plan National de Restauration (1999 - 2004)* laisse entrevoir une considération insuffisante des chiroptères en milieu forestier. Devant ce constat, le *Plan National d'Actions en faveur des*

*Chiroptères (2009 - 2013)* consacre aux chiroptères forestiers l'action n° 9 « Prendre en compte la conservation des chauves-souris dans la gestion forestière » (Godineau et Pain, 2007). La fiche action formule la nécessité d'améliorer les connaissances concernant les espèces forestières ainsi que de promouvoir des pratiques de gestion adaptées – incluant la protection des gîtes arboricoles – auprès du milieu forestier. Cette action est déclinée en région à travers le *Programme régional d'actions en faveur des chiroptères forestiers en Corse* (GCC, 2014).

C'est dans ce cadre qu'un programme d'étude pluriannuel a été initié en 2012 par le GCC. Il est soutenu dans cette démarche par ses partenaires : Office de l'Environnement de la Corse (jusqu'à 2013), DREAL et ONF, avec lequel il affiche un partenariat de bientôt 20 ans. Le GCC réalise ainsi chaque année depuis 2012 le suivi par télémétrie de colonies de reproduction de Noctules de Leisler (*Nyctalus leisleri*). Les deux premières années ont été dédiées à l'étude des habitats de chasse des Noctules, dans le massif forestier de Tartagine-Melaja (Chalbos, 2012) et dans le Cortenais (Laforge, 2013). Depuis deux ans, l'attention se focalise sur les gîtes arboricoles utilisés en période de reproduction. Des réseaux d'arbres gîtes ont été identifiés en forêts territoriales de Vizzavona (Jimenez, 2014) et d'Aitone (Mazeaud-Bournique, 2015).

En 2016, l'étude de colonies de reproduction se poursuit en forêt territoriale de Valdu Niellu. L'un des objectifs fixés est de valoriser au mieux les données concernant les arbres gîtes identifiés par télémétrie. Cela passe par la conception de bases de données fonctionnelles, qui puissent être aisément réutilisées et étoffées par la suite, et la mise en place de traitements automatisés, le tout faisant appel à des logiciels accessibles (Excel, QGIS, R) et des compétences minimales dans la manipulation des données. Un protocole est mis en place afin de tenter d'élucider quels critères orientent la sélection des gîtes par les Noctules de Leisler. Ce protocole se doit d'être reproductible dans un premier temps sur d'autres massifs forestiers de Corse puis éventuellement adaptable à d'autres contextes forestiers, voire à d'autres espèces de chiroptères. L'objectif sous-jacent est de produire des recommandations de gestion forestière favorable à la conservation de la Noctule de Leisler, et par voie de fait à celle des autres espèces de chiroptères forestiers.

## 2 Synthèse des connaissances

### 2.1 La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*, Kuhl 1817)

Le suivi de cette espèce a été motivé par trois aspects : sa présence assez commune sur l'île, sa forte tendance arboricole et sa probable représentativité des espèces forestières de Corse.

#### 2.1.1 Description de l'espèce et critères de détermination

La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) (Figure 3) est une chauve-souris de taille moyenne (Tableau 1), la plus petite des trois espèces de Noctules de France métropolitaine. Sa taille la distingue aisément de la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*), la plus grande des chauves-souris européennes, également présente sur l'île, quoique beaucoup plus rare. Elle présente le pelage appliqué, le large repli de peau reliant le bord de l'oreille à la commissure des lèvres et le tragus en forme de champignon caractéristiques des Noctules (Dietz et von Helversen). La Noctule de Leisler est une espèce de haut vol pourvue d'ailes longues et étroites et dont la signature acoustique en transit est caractéristique. En effet, si les fréquences ultrasonores de la Sérotine commune et de la Noctule de Leisler lors de la poursuite d'un insecte sont similaires, elles deviennent complètement distinctes lors du transit, ce qui rend alors sa détermination acoustique aisée (Barataud, 2012).

Figure 3 — Manipulation d'une Noctule de Leisler. Photo Amélie Buellet.



Avant-bras	38,0-47,1 mm
3 <sup>ème</sup> doigt	70-78 mm
5 <sup>ème</sup> doigt	43-51 mm
Poids	13-18 g

Tableau 1 — Quelques mesures biométriques de la Noctule de Leisler. D'après Dietz et al., 2009.

#### 2.1.2 Répartition

Elle est largement répartie dans toute l'Europe et en Afrique du Nord (Dietz *et al.*, 2009). Sa répartition en France est relativement hétérogène, avec un gradient de densité globalement Nord-Ouest — Sud-Est

(Arthur et Lemaire, 2009). En Corse, elle est présente sur l'ensemble du territoire insulaire mais plus fréquemment contactée dans les massifs forestiers de l'intérieur (GCC, 2011). La Noctule de Leisler est une espèce décrite comme migratrice, toutefois la population corse semble être, au moins en partie, sédentaire. La totalité du cycle de vie annuel peut être observé sur l'île (GCC, 2011). La Corse est en outre présentée comme « un des bastions pour la reproduction », les colonies de mise-bas étant rares en France (Arthur et Lemaire, 2009).

### 2.1.3 Une espèce arboricole à affinité forestière

D'après les études menées sur cette espèce en Europe (hors Corse), il apparaît que la Noctule de Leisler est typiquement arboricole, à quelques exceptions près comme en Irlande où elle gîte en bâti (Dietz *et al.*, 2009). Sur le continent, elle montre une préférence pour les forêts de feuillus (Dietz *et al.*, 2009 ; Arthur et Lemaire, 2009 ; Tillon, 2008) mais se retrouve également en forêts de résineux (Arthur et Lemaire, 2009 ; Tillon, 2008). En région méditerranéenne à basse et moyenne altitude, elle fréquente les chênaies (Dietz *et al.*, 2009). Elle privilégie les boisements avec peu d'encombrement et chasse dans les espaces relativement ouverts (notamment lisières et pistes forestières), ce qui s'explique par son vol rapide (Arthur et Lemaire, 2009 ; Tillon, 2008 ; Dietz *et al.*, 2009). Elle fréquente préférentiellement les vieilles forêts (Dietz *et al.*, 2009 ; Tillon, 2008), qui offrent une abondance de gîtes. Elle occupe toutes sortes de cavités, de préférence dans des feuillus (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009) mais pas uniquement : loges de pics, caries, fentes, écorces décollées, etc (Tillon, 2008 ; Dietz *et al.*, 2009 ; Arthur et Lemaire, 2009). Elle semble préférer les cavités arboricoles naturelles, d'après une étude menée dans la forêt de Bialowieza en Pologne (Ruczynski et Bogdanowicz, 2005). Elle est présentée comme « la seule chauve-souris caractéristique de [...] cavités à dégradation amorcée » (Tillon, 2008). Ses gîtes sont souvent situés en hauteur, y compris dans les houppiers (Arthur et Lemaire, 2009 ; Tillon, 2008). Elle occupe volontiers les gîtes artificiels (Dietz *et al.*, 2009 ; Arthur et Lemaire, 2009).

Bien que courante, son observation au gîte est difficile et son écologie reste mal connue.

## 2.2 Bilan des acquis de quatre années de suivi en Corse

### 2.2.1 Territoires de chasse insulaires

Les territoires de chasse tels que décrits dans la littérature sont localisés à moins d'une dizaine de kilomètres du gîte, avec des déplacements maximums constatés de 17 km (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009). Les résultats obtenus par le GCC lors des sessions de suivi d'individus par télémétrie de 2012 et 2013 (Chalbos, 2012 ; Laforge, 2013) confortent partiellement ces constats. Les femelles allaitantes (de mi-juin à mi-août) chassent effectivement à moins de 5 km des gîtes situés en altitude. En revanche, en début de gestation (de mai à mi-juin) ou après l'émancipation des jeunes (de mi-août à début septembre), les femelles peuvent parcourir plus de 30 km pour rejoindre le littoral où elles trouvent des conditions trophiques favorables. (Beuneux *et al.*, 2015)

Les Noctules effectuent de larges déplacements sur les secteurs de chasse (Beuneux *et al.*, 2015 ; Dietz *et al.*, 2009), avec vraisemblablement un comportement de chasse lors du transit. Elles volent haut,

indifférentes aux types de milieux survolés, qui peuvent être très divers (villages, zones urbaines, zones humides littorales, forêts, ...). Elles ont un caractère opportuniste et montrent peu de fidélité aux sites de chasse, qui peuvent être partagés. Globalement en Corse, la disponibilité en ressources trophiques n'apparaît pas comme une contrainte pour l'espèce. (Beuneux *et al.*, 2015)

### 2.2.2 Réseaux de gîtes estivaux et fission-fusion des colonies de reproduction

L'essentiel des arbres gîtes de Noctules de Leisler identifiés en Corse se situent entre 1 000 et 1 600 m d'altitude. A ce jour, 196 arbres gîtes ont été recensés par le GCC, dont 73 sur les massifs forestiers de Vizzavona et d'Aitone, abritant *a priori* trois colonies de reproduction ayant fait l'objet de suivis dédiés (Jimenez, 2014 ; Mazeaud-Bournique, 2015).

On distingue deux types d'arbres gîtes : des arbres gîtes majeurs, abritant au moins 20 individus et pouvant regrouper jusqu'à plus d'une centaine d'individus chaque jour, et des arbres gîtes secondaires, occupés plus ponctuellement par quelques individus. Les arbres gîtes d'une même colonie sont concentrés sur une surface restreinte, moins de 120 ha, les gîtes majeurs formant un cœur de réseau encore plus dense. Ces cœurs de réseaux sont particulièrement marqués sur Vizzavona où l'on atteint une densité de 3 arbres gîtes par hectare sur 5 ha pour l'une des colonies. L'ensemble du réseau d'arbres gîtes forme un véritable îlot dortoir pour la colonie de reproduction. Une étude menée en Allemagne (Schorcht, 2002) a mis en évidence que « une colonie [de Noctules de Leisler] peut utiliser jusqu'à cinquante gîtes au cours d'un été dans un territoire de 300 ha » (Dietz *et al.*, 2009). Ce mode de fonctionnement en « métapopulations » est observé chez certaines espèces arboricoles, par exemple la Grande Noctule (Popa *et al.*, 2007), la Barbastelle d'Europe (Russo *et al.*, 2004) et le Murin de Bechstein.

Les individus de la colonie se répartissent chaque jour au sein de ce réseau suivant un phénomène de fission-fusion. Ce comportement d'ores et déjà documenté pour la Noctule de Leisler — une étude allemande (Fuhrmann *et al.*, 2002) a enregistré des « changements de gîtes en partie quotidiens et à faible distance, jusqu'à 1,7 km » (Dietz *et al.*, 2009) — a pu être confirmé pour les colonies d'Aitone et de Vizzavona. La distribution d'individus des colonies de reproduction entre gîtes a été suivie pendant les périodes de gestation (en juin) et de lactation (en juillet). En Corse, la mise-bas semble avoir lieu relativement tôt dans la saison, avec des jeunes volants observés à partir de début juillet (GCC, 2011). En juillet, les femelles lactantes montrent un comportement sensiblement différent de la session de juin. La colonie est plus dispersée que pendant la période de gestation. Les individus occupent un plus grand nombre d'arbres gîtes, les changements de gîte sont moins fréquents et les distances de changement de gîte plus faibles. On peut penser que le transport du jeune d'un gîte à l'autre limite la mobilité des femelles. Des taux de réoccupation élevés des arbres gîtes ont été observés entre les sessions de terrain ainsi que d'une année sur l'autre. Après l'envol des jeunes, en août, la colonie se disperse : les individus occupent alors de nouveaux arbres gîtes sur une zone beaucoup plus étendue et avec des effectifs par arbre moindres.

La caractérisation des gîtes identifiés ces quatre dernières années a mis en évidence une utilisation largement majoritaire de loges de pic épeiche dans des pins laricio. Comparativement à l'ensemble des peuplements présents sur le massif de Vizzavona, une préférence des colonies a toutefois été relevée pour les hêtraies matures, bien représentées sur ce massif (ENFA) (Jimenez, 2014). En revanche, le hêtre est sous-représenté dans le secteur occupé par la colonie d'Aitone (K-mean) (Mazeaud-Bournique, 2015). Il ressort également de l'étude de la colonie d'Aitone que le voisinage des arbres gîtes semble

refléter une certaine importance dès lors que les jeunes sont volants. Enfin, les hauteurs constatées pour les cavités occupées en Corse sont en moyenne moins élevées que ce que l'on connaît sur le continent. L'absence en Corse de certains prédateurs tels que la martre par exemple pourrait être avancée comme explication à ce constat.

### 2.2.3 Questions en suspens

Il subsiste de nombreuses zones d'ombre concernant le comportement de fission-fusion des colonies. Parmi les hypothèses explicatives avancées, le maintien d'un microclimat favorable dans le gîte a été évoqué. Une corrélation positive a ainsi été observée en forêt de Bialowieza, Pologne, entre la sélection du gîte par les femelles reproductrices de Noctule de Leisler et la température à l'intérieur de la cavité (Ruczynski et Bogdanowicz, 2005). L'influence des conditions météorologiques et du statut reproducteur sur le regroupement des individus reste à préciser. Ces changements de gîte pourraient également constituer une stratégie contre les prédateurs, ou vouée à limiter le parasitisme. On pourrait aussi attribuer une dimension sociale à ce phénomène.

Le partage de quelques gîtes entre colonies de Grandes Noctules a été constaté à l'occasion d'un suivi par transpondage de grande ampleur en Espagne (Popa *et al.*, 2007). Jusqu'à présent, aucun mélange entre colonies distinctes d'un même massif n'a pu être observé en Corse pour la Noctule de Leisler.

Il existe de même des questionnements autour d'une éventuelle ségrégation spatiale entre espèces forestières occupant un même massif forestier, par exemple Oreillard, Barbastelle d'Europe, Murin de Bechstein (L. Tillon, commentaire personnel). Certains arbres gîtes à Noctule de Leisler connus en Corse abritent des individus d'espèces différentes, sans que la répartition de celles-ci ait été cartographiée.

## 3 Matériel et Méthodes

### 3.1 Les massifs forestiers d'Aitone et de Valdu Niellu

#### 3.1.1 Les forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu

Localisées dans le Parc Naturel Régional de Corse, les forêts territoriales d'Aitone (Corse-du-Sud) et de Valdu Niellu (Haute-Corse) sont deux massifs forestiers contigus qui s'étendent de part et d'autre du Col de Vergio (*Bocca à Verghju*), sur respectivement 2 402 et 4 436 hectares (Carte 1).

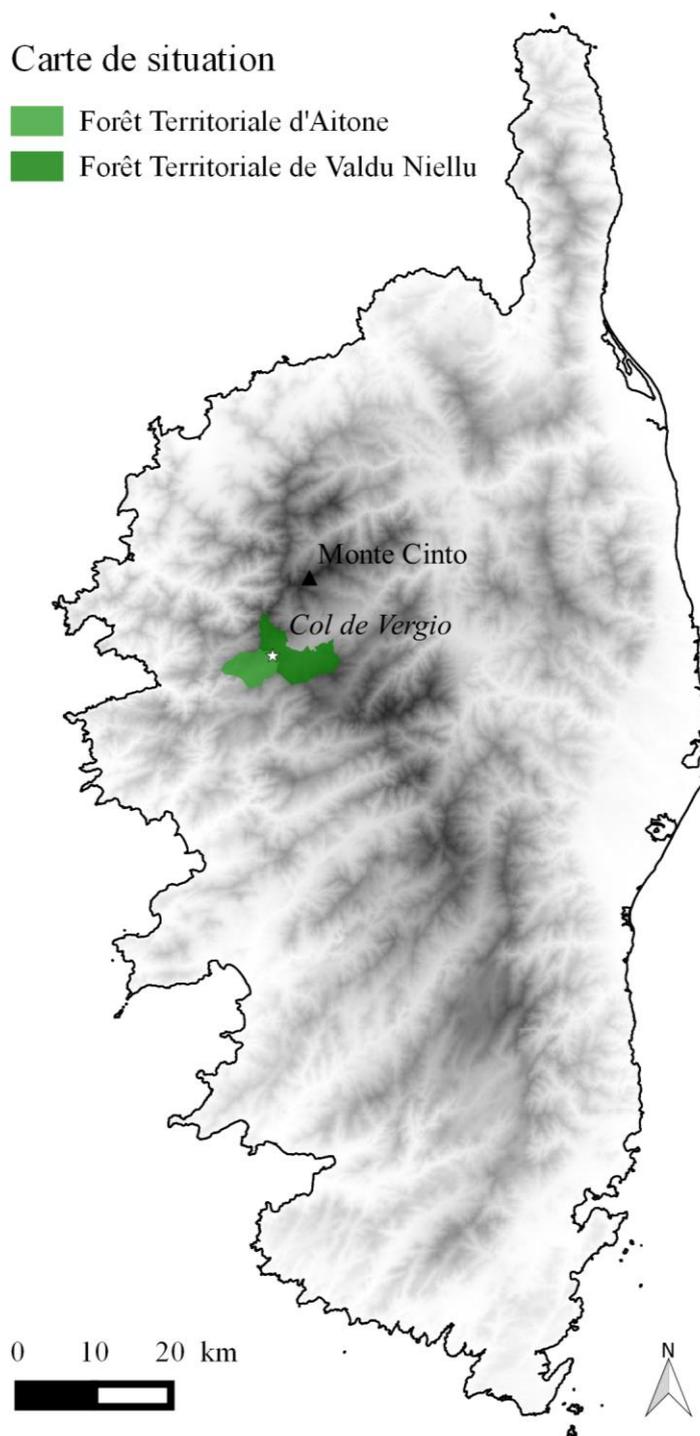
*Carte 1 — Localisation des forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu. Fond de carte : MNT au pas de 25 m.*

Les deux massifs forestiers sont ceints par des crêtes qui culminent à plus de 1 400 m d'altitude et traversés par la route départementale D 84 qui relie Calacuccia à Évisa par le col (1 478 m). Les tracés du GR 20 et du Sentier de transhumance empruntent également ces massifs. Située à l'extrémité de la vallée du Niolo (*Niolu*), la forêt territoriale de Valdu Niellu est parcourue par le Golo (*Golu*), le plus grand fleuve de Corse, qui prend sa source à 5 km au nord du Col de Vergio. Les forêts territoriales en elles-mêmes présentent un fort gradient altitudinal : entre 2 057 m et 900 m aux cascades d'Aitone et entre 2 525 m et 1 000 m pour Valdu Niellu. Le climat y est de type méditerranéen montagnard : précipitations abondantes, ensoleillement important, sécheresse estivale et un relief très découpé qui génère des microclimats marqués.

Les forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu sont largement dominées par le Pin laricio, qui représente respectivement 64 et 49 % de leur superficie. Les autres essences principales rencontrées sur Aitone sont le Hêtre (14 %) et le Sapin pectiné (9 %). Ces deux essences représentent tout au plus 5 % du couvert de Valdu Niellu.

Carte de situation

- Forêt Territoriale d'Aitone
- Forêt Territoriale de Valdu Niellu



Historiquement gérées en futaie régulière, les forêts d'Aitone et de Valdu Niellu ont été traitées en futaie jardinée du début du XX<sup>ème</sup> siècle jusqu'au milieu des années 1970. Le retour à un traitement en futaie régulière a été effectué avec le dernier aménagement en date. Ce passif contribue à expliquer la récurrence de peuplements vieillis de Pin laricio. Les aménagements en cours fixent des objectifs de production de Pin laricio de qualité (tranchage et ébénisterie). Cette production de bois d'œuvre est envisagée comme pouvant être importante suivant les stations. Plus de la moitié de la surface forestière d'Aitone est toutefois concernée par des difficultés d'accessibilité. Quant à Valdu Niellu, près de 2 400 ha en haut de versants sont laissés au pâturage par le bétail divaguant (série sylvo-pastorale). (ONF, 2004 ; ONF, 2010)

### 3.1.2 Etat des connaissances des populations de Chiroptères

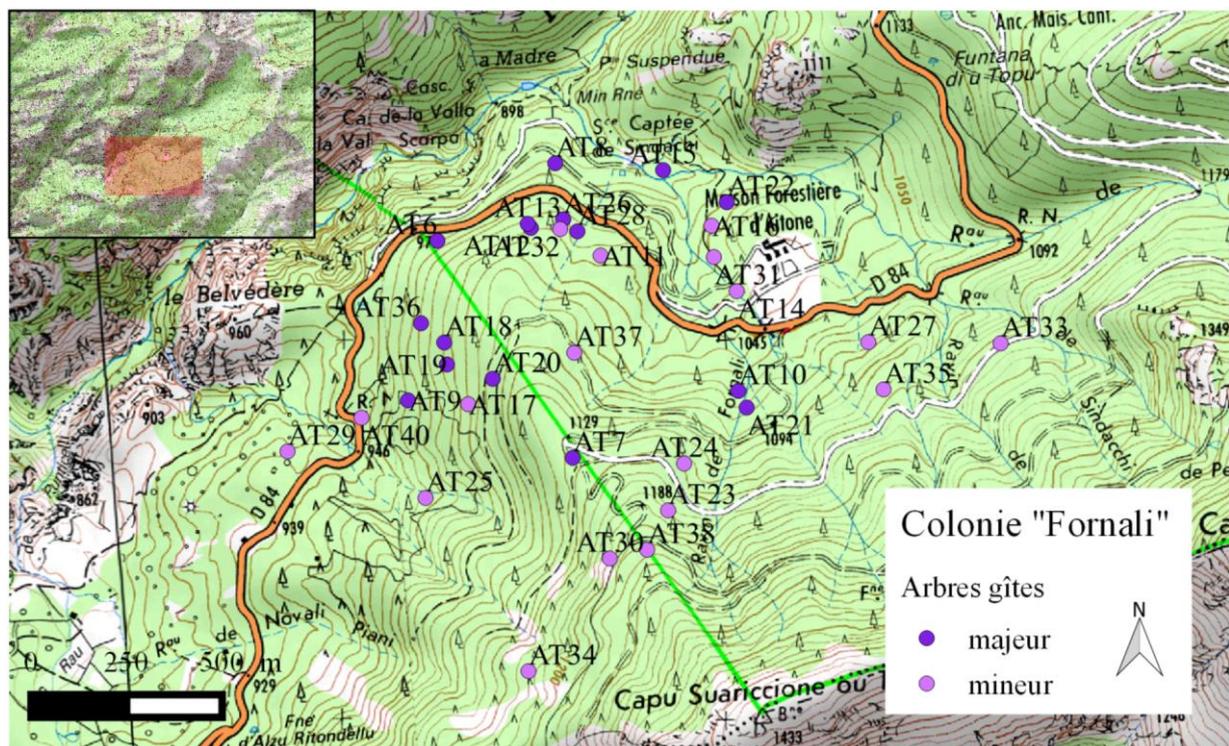
#### 3.1.2.1 *Précédents inventaires menés sur Valdu Niellu*

Sur Valdu Niellu, 13 gîtes arboricoles avaient d'ores et déjà été identifiés avant 2016, dont au moins 5 occupés par des femelles reproductrices de Noctules de Leisler : VN003 (150 individus), VN007 (28 individus), VN009, VN011 et VN014 (voir Carte en Annexe I). 6 d'entre eux l'ont été à l'occasion d'un suivi télémétrique de différentes espèces en forêt de Valdu Niellu en 2006, organisé dans le cadre d'un programme d'étude sur la Grande Noctule (GCC, 2008). L'observation de cette espèce en Corse n'a pas été réitérée depuis. En 2011, une campagne d'étude menée sur Valdu Niellu (GCC, 2011) a permis l'identification de 7 arbres gîtes. Au cours de cette étude, 17 espèces de chauves-souris ont été contactées sur le massif, malgré des conditions météorologiques défavorables.

#### 3.1.2.2 *La colonie de reproduction d'Aitone*

L'étude sur la Noctule de Leisler menée en 2015 sur le massif forestier d'Aitone (Mazeaud-Bournique, 2015) avait permis l'identification d'un réseau de 35 arbres gîtes localisé à proximité de la maison forestière (Carte 2). La colonie de reproduction, baptisée « Fornali », avait fait l'objet de sessions de suivi par télémétrie en juin, juillet et août.

Carte 2 — Réseau d'arbres gîtes de la colonie « Fornali ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.



### 3.1.3 Le réseau de gîtes d'Aitone comme site de test du protocole d'étude

Ce réseau d'arbres gîtes d'ores et déjà connu a servi de site pilote en avant saison, en attendant l'identification de colonies sur Valdu Niellu. Le protocole d'étude pressenti sur Valdu Niellu y a été appliqué afin d'en tester la faisabilité et d'affiner la méthodologie de prospection et de description des cavités employée. Le site a ainsi été échantillonné (voir 4.2.1) suivant les modalités détaillées en 3.3.

## 3.2 Recherche de gîtes par télémétrie

La prospection « à l'aveugle » des gîtes arboricoles de chiroptères, par inspection de cavités qui semblent favorables, se révèle généralement peu fructueuse. C'est pourquoi les études impliquant l'identification d'arbres gîtes ont fréquemment recours à la télémétrie ou radiotracking. Le GCC cumule près de quinze années d'expérience avec cette technique. Des sessions de terrain d'une semaine sont organisées, aux mois de juin, juillet et août, qui mobilisent des équipes de bénévoles d'une dizaine de personnes. Elles correspondent à des périodes clés du cycle biologique des Noctules de Leisler : gestation, lactation et post-lactation. En amont de ces sessions de suivi, des individus sont capturés et équipés d'émetteurs avant d'être relâchés. Les émetteurs sont ensuite localisés en journée et des comptages sont effectués en soirée en sortie des gîtes identifiés.

### 3.2.1 Capture et pose d'émetteurs radio

Les captures sont organisées de nuit, de préférence par météo favorable : pas de précipitations, peu de vent et températures clémentes. Des filets maillants dits « japonais » sont tendus au-dessus de cours d'eau, au niveau de vasques qui sont des endroits privilégiés où les chauves-souris viennent s'abreuver en début de nuit. Il est également envisageable de capturer des individus directement à la sortie du gîte. Plusieurs sites de capture ont été retenus (voir Carte 7). Les filets utilisés (Ecotone®) sont de type monofilament, d'une longueur de 6, 9 ou 12 m et d'une hauteur de 2,5 m, pouvant être posés sur deux hauteurs.

Les filets sont déployés peu avant la tombée de la nuit, jusqu'à ce que les individus à équiper d'émetteurs aient été capturés. Si l'objectif n'est pas atteint, les captures peuvent éventuellement être prolongées jusqu'à l'aube si le nombre de participants le permet. Les chances de succès sont plus importantes en début de nuit et dans l'heure précédant le lever du jour, pendant laquelle on constate un regain d'activité des chiroptères. Des rondes sont effectuées toutes les dix minutes pour démailler les individus pris dans les filets.

Les individus ciblés sont les femelles reproductrices de Noctule de Leisler. Ce sont elles qui concentrent l'essentiel des enjeux de conservation. Chacune est équipée avec un émetteur radio (Biotrack Ltd.®) qui émet pendant plusieurs jours (8 jours ou 34 jours pour un émetteur longue durée) un signal radio à une fréquence connue et spécifique d'un émetteur donné. L'émetteur, dont le poids n'excède pas 5 à 8 % de celui de l'animal, est fixé sur le dos de la chauve-souris avec de la colle pour la peau (Sauer-Hautkleber®) et un collier de fabrication artisanale (gaine plastique et fil hydrosoluble) (Figure 4). Ce dispositif permet d'exploiter de façon optimale la durée de vie de l'émetteur en réduisant les risques de chute précoce de l'émetteur. A terme, collier et émetteurs finissent par se détacher de l'animal.

Figure 4 — Pose d'un émetteur sur une Noctule de Leisler. Photo Marine Mazeaud-Bournique.



En parallèle, quelques mesures biométriques sont prises sur les individus avant qu'ils soient relâchés. Les données collectées sur les femelles de Leisler capturées et équipées peuvent être consultées en Annexe II.

### 3.2.2 Prospection des gîtes par télémétrie

L'essentiel de la manipulation consiste à localiser en journée les femelles équipées, lorsqu'elles sont inactives au gîte. Les émetteurs sont recherchés à l'aide d'un récepteur (modèles Australis 26 k ou Regal 2000 de Titley Electronics®, ou bien Yaesu®) relié à une antenne directionnelle (modèle Yagi Three Element Antenna de Titley Electronics®). Le pré-repérage de points hauts facilite la prise d'azimuts du signal émis. Le croisement des azimuts permet la progression jusqu'à l'arbre gîte occupé par l'individu équipé. Dans des paysages comme ceux des montagnes corses, le relief peut rendre délicats la réception et l'interprétation des signaux radio, par des phénomènes de masquage ou d'écho. L'absence de signal peut ainsi résulter du déplacement de l'animal au-delà des crêtes, d'un dysfonctionnement de l'émetteur ou encore d'une « zone d'ombre » comme par exemple un fond de vallon étroit. Les chances de localiser l'émetteur sont alors restreintes.

Chaque arbre gîte identifié est temporairement marqué à l'aide de rubalise et ses coordonnées GPS sont relevées. A l'issue des sessions de prospection, les arbres gîtes seront marqués comme arbres « réservoirs de biodiversité » (cercle blanc à la peinture) et une plaquette « chiroptères » portant un numéro d'identification sera apposée. Le code d'identification des arbres à chiroptères se compose de deux lettres désignant le massif forestier et d'un numéro à trois chiffres. Des relevés descriptifs précis de chaque arbre occupé sont compilés dans une fiche synthétique illustrée d'une carte de localisation et d'une iconographie détaillée de l'arbre et de la cavité fréquentée.

### 3.2.3 Comptage en sortie de gîte

Au crépuscule, des observations sont réalisées en sortie des gîtes trouvés en journée. Sont suivis en priorité les arbres gîtes occupés par une femelle équipée. Les sorties de gîte des Noctules de Leisler peuvent s'effectuer particulièrement tôt dans la soirée, dès le coucher du soleil. Le comptage prend généralement fin dès lors que plus aucune activité n'est observée et que la visibilité devient nulle. L'objectif de ces comptages est multiple.

D'une part identifier avec précision l'ouverture d'où sortent les individus, lorsque l'arbre présente plusieurs cavités potentiellement utilisables par des Noctules ou lorsqu'aucune cavité n'est visible sur l'arbre. Suivant la configuration du gîte il n'est pas toujours possible d'observer directement la cavité depuis le sol ou de localiser la sortie du gîte. Dans le cas où des chauves-souris sont observées sortant de différentes ouvertures, il est généralement impossible d'affirmer si l'on est en présence de plusieurs cavités bien distinctes ou si elles sont communicantes.

D'autre part estimer le nombre d'individus occupant le gîte. Le nombre de chauves-souris observées en sortie d'un gîte fluctue d'un jour sur l'autre. L'effectif maximum comptabilisé pour un arbre dans une même soirée est retenu pour quantifier l'importance de cet arbre gîte pour la colonie. Le cumul des effectifs observés pour chaque arbre permet une estimation basse de la taille de la colonie et d'appréhender la proportion de la colonie observée chaque soir.

Enfin, si un émetteur a été localisé dans l'arbre, il s'agit de vérifier que l'individu équipé sorte du gîte. Bien que les chiroptères ne quittent pas systématiquement leur gîte chaque soir, un émetteur fixe pendant plusieurs nuits d'affilées peut être tombé dans le gîte.

### 3.3 Protocole d'échantillonnage de cavités disponibles

L'étude menée vise à déterminer les facteurs propices à l'occupation d'une cavité par des Noctules de Leisler en période de reproduction. Pour cela, les caractéristiques des gîtes connus sont comparées à celles des cavités arboricoles disponibles sur le secteur fréquenté par la colonie. Ces cavités disponibles constituent des gîtes potentiels *a priori* non occupés.

#### 3.3.1 Qu'est-ce qu'un gîte potentiel ?

Un gîte potentiel est défini comme tout espace offrant une protection dans lequel une Noctule de Leisler pourrait se trouver. Cela inclut des cavités qui ne sont pas *a priori* très favorables aux Noctules de Leisler d'après des constats empiriques.

Un certain nombre de critères *a priori* rédhibitoires pour l'occupation d'une cavité ont été retenus :

- ✓ L'arbre portant la cavité doit être debout et non gisant (chablis) ;
- ✓ La sortie potentielle de la cavité doit être à une hauteur minimale de un mètre du sol ;
- ✓ L'ouverture de la cavité doit être suffisamment large pour permettre l'accès à une Noctule de Leisler ;
- ✓ L'intérieur de la cavité ne doit pas être directement exposé à la lumière ;
- ✓ La cavité doit assurer un abri vis-à-vis des intempéries.

Dans la suite du rapport, les cavités inoccupées constituant des gîtes potentiels seront désignées comme « absences ».

#### 3.3.2 Plan d'échantillonnage

Les absences sont échantillonnées à l'intérieur du Polygone minimum convexe (PMC) défini par les arbres gîtes occupés par une même colonie. On considère que le PMC délimite un secteur fréquenté par les Noctules et où les cavités disponibles sont donc susceptibles d'être utilisées comme gîtes.

Un maillage systématique de la zone est réalisé sous SIG. La distance séparant deux mailles successives est ajustée suivant la densité en arbres gîtes : 100 m pour la colonie d'Aitone, 200 m pour celle de Valdu Niellu.

Pour chaque maille théorique, l'arbre à cavité le plus proche est recherché dans un rayon de 100 m. La prospection s'effectue à vue, à l'aide de jumelles. Si l'arbre à cavité trouvé porte plusieurs cavités potentiellement utilisables par des Noctules de Leisler, la cavité retenue est tirée au sort. La démarche de prospection est détaillée dans une notice de description à l'attention de l'observateur (Annexe VI).

## 3.4 Description des arbres à cavité

Les variables écologiques retenues pour la description des arbres à cavité sont largement inspirées des travaux de Laurent Tillon (Tillon, 2005 ; Bouny et Tillon, 2014). Les indices d'hétérogénéité de la stratification verticale<sup>1</sup> et de diversité des essences<sup>2</sup> ont été utilisés dans une étude consacrée aux liens entre chiroptères et naturalité des peuplements forestiers (Bas et Bas, 2011). Le capital, la structure et la composition des peuplements forestiers ont été établis à partir des clés de détermination issues de la *Typologie descriptive des peuplements de montagne en région Corse* (Guy et al., 2005).

### 3.4.1 Variables descriptives

Les arbres à cavité ont été caractérisés à différents niveaux : à l'échelle de l'environnement proche (placette) et à l'échelle de l'arbre et de la cavité.

#### 3.4.1.1 Station et peuplement

##### *Station*

- **Altitude** (en mètres) ;
- **Pente** (en pourcents) ;
- Sinus et cosinus de l'**exposition** (sinus compris entre 1 pour une exposition Est et -1 pour une exposition Ouest ; cosinus compris entre 1 pour une exposition Nord et -1 pour une exposition Sud) ;
- **Situation topographique** : plaine, talweg ou fond de vallon, versant, ligne de crête ou plateau ;
- **Station** : humide (hh), fraîche (f), assez fraîche (mf), moyenne (m), assez sèche (mx), sèche (x), xx (très sèche), xxx (très très sèche) ;
- **Habitat** (code CORINE biotope) ;
- Présence d'un **point d'eau** à moins de 50 m, qui puisse constituer un **abreuvoir** ou présenter un **intérêt trophique** pour les chiroptères, **permanent** ou **temporaire** ;
- Présence d'une **route** passante (départementale) à moins de 50 m ;
- **Classement** (division en séries).

##### *Nature du peuplement*

- **Type de peuplement** : futaie, taillis-sous-futaie, taillis, coupe ;
- **Essence dominante** en pourcentage de surface terrière ;

---

<sup>1</sup> *indice d'hétérogénéité de la stratification verticale* =  $\frac{-\sum_s \frac{G_s}{G} \ln \frac{G_s}{G}}{\ln 3}$  où  $G_s$  est la surface terrière de la strate  $s$  et  $G$  est la surface terrière totale

<sup>2</sup> *indice de diversité des essences* =  $\frac{-\sum_e \frac{G_e}{G} \ln \frac{G_e}{G}}{\ln G}$  où  $G_e$  est la surface terrière de l'essence  $e$  et  $G$  est la surface terrière totale

- **Composition** : unispécifique, monospécifique, hétérospécifique, bispécifique, polyspécifique ;
- **Diversité des essences.**

#### *Structure horizontale du peuplement*

- **Nombre de tiges** (inventaire pied à pied) dans un rayon de 15 m, par **essence** et **classe de diamètre**<sup>3</sup> ;
- **Densité** (en nombre de tiges/ha) en tiges de diamètre précomptable (> 7,5 cm) ;
- **Surface terrière** (en m<sup>2</sup>/ha), par **essence** et **strate de végétation**<sup>4</sup> ;
- **Capital** : riche, moyen, dense, clair ;
- **Structure** : régularisé petits bois (R\_PB), régularisé petits bois à tendance bois moyens (R\_PB/BM), régularisé bois moyens (R\_BM), régularisé gros bois à tendance bois moyens (R\_GB/BM), régularisé gros bois (R\_GB), irrégulier (IR) ;
- **Diamètre maximal** (en centimètres) dans un rayon de 15 m, par **essence** ;
- Hauteur cumulée de **bois mort debout** (en mètres linéaires) dans un rayon de 15 m, par **classe de diamètre**, et volume approximatif (en m<sup>3</sup>/ha) de bois mort debout ;
- Longueur cumulée de **bois mort gisant** (en mètres linéaires) dans un rayon de 15 m, par **classe de diamètre**, et volume approximatif (en m<sup>3</sup>/ha) de bois mort gisant.

#### *Structure verticale du peuplement*

- **Hauteur** (en mètres) **de la strate dominante** du peuplement (hauteur du deuxième plus grand arbre vivant), dans un rayon de 15 m ;
- **Taux de recouvrement** (en pourcents), par **strate de végétation** ;
- **Nombre de strates de végétation** dont le recouvrement est supérieur à 5 % ;
- **Hétérogénéité de la stratification verticale** ;
- **Ouverture du peuplement** (en pourcentage de lumière au sol) ;
- Présence d'une **lisière** à moins de 50 m : rupture dans la structure verticale du peuplement, piste ou chemin forestier, lisière avec milieu ouvert.

#### *Offre en cavités*

- **Nombre d'arbres à cavité** visible dans un rayon de 30 m (arbre décrit inclus) et potentiel en arbres à cavité : faible (1 arbre à cavité), moyen (2 arbres à cavité), élevé (3 arbres à cavité et plus).

#### *3.4.1.2 Arbre et cavité*

##### *Arbre*

- **Essence** ;
- **Diamètre** (en centimètres) mesuré à **1,30 m** ;
- **Hauteurs** (en mètres) **de l'arbre** et **de la base du houppier** ;

<sup>3</sup> Classes de diamètre : perche (7,5 à 17,5 cm), petit bois (17,5 à 27,5 cm), bois moyen (27,5 à 47,5 cm), gros bois (47,5 à 62,5 cm), très gros bois (62,5 à 77,5 cm), très très gros bois (> 77,5 cm).

<sup>4</sup> Strates de végétation : buissonnante (1 à 3 m), arbustive (3 à 6 m), arborée basse (6 à 18 m), arborée haute (> 18 m). Le seuil de 18 m entre les strates arborées basse et haute est valable pour une station de fertilité moyenne.

- **Type d'arbre** : arbre vivant, arbre vivant foudroyé, arbre vivant avec plateau ou descente de cime, arbre mort avec écorce, arbre mort plus ou moins écorcé, chandelle plus ou moins écorcée, chandelle de type « poteau téléphonique » ;
- **Stade de vitalité** ou de décomposition : sain, dépérissant, mort, dégradation corticale, cœur altéré, dégradation ultime ;
- **Statut social** : chandelle, dominé, co-dominant, dominant ;
- **Voisinage** : arbre isolé, voisinage lâche, voisinage étroit, gainage ;
- **Stature** : droit, penché, encroué ;
- **Branchaison** : aucune branche, peu branchu, moyennement branchu, très branchu ;
- **Volume du houppier** : absent, étriqué, moyen, développé ;
- **Densité du houppier** : absent, quasiment absent, épars, dense ;
- Présence d'**écoulements**, d'**excroissances**, de **vrille**, de **polypores** ou de **galeries d'insectes**.

#### *Offre en cavités*

- Présence et **nombre de loges, fentes, bois cariés** et **écorces décollées** et potentiel en cavités de l'arbre : faible (1 à 2 cavités), moyen (3 à 5 cavités), élevé (6 à 8 cavités), très élevé (9 cavités et plus).

#### *Entrée de la cavité*

- **Origine** de la cavité : loge (trou de pic épéiche, trou de sittelle), fente (aubier décollé, trait de foudre, fourche, bourrelet cicatriciel, échardes), bois carié (carie, cavité à terreau, cavité de pied), écorce décollée ;
- **Diamètre** (en centimètre) estimé à **hauteur de l'entrée de la cavité** ;
- **Hauteur** (en mètres) **de l'entrée de la cavité** ;
- Hauteur de l'entrée de la cavité par rapport à celles de l'arbre, de la base du houppier et de la strate dominante (ratios) ;
- Sinus et cosinus de l'**orientation** de l'entrée de la cavité (sinus compris entre 1 pour une orientation Est et -1 pour une orientation Ouest ; cosinus compris entre 1 pour une orientation Nord et -1 pour une orientation Sud) ;
- **Orientation** de l'entrée de la cavité **par rapport à la pente** : ligne de pente, vers l'aval, vers l'amont ;
- **Position** de la cavité sur l'arbre : tronc sous le houppier, tronc dans le houppier, tronc au-dessus du houppier, charpentièrre ou branche ;
- **Etat sanitaire** au niveau de la cavité : vivant, mort ;
- **Encombrement** dans un cône large devant l'entrée de la cavité : **recouvrement** entre 0 et 5 m (en classes de pourcents : 0 %, de 0 à 5 %, plus de 5 %) et le cas échéant, **distance** à l'obstacle le plus proche (en mètres) ;
- **Nombre d'entrées** utilisées par les Noctules de Leisler.

### 3.4.2 Ressources utilisées

Les sources des données descriptives sont diverses :

- Relevés de terrain. Une fiche de description des gîtes sur le terrain a été élaborée (Annexe V). Elle s'accompagne d'une notice complète détaillant les modalités de remplissage de la fiche, consultable en Annexe VI ;
- Extraction à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la Corse au pas de 25 m, et des couches raster dérivées. Les traitements SIG ont été réalisés à l'aide du logiciel libre QGIS (QGIS Development Team, 2016) ;
- Cartographies issues du document d'aménagement de la forêt territoriale de Valdu Niellu (ONF, 2010).

## 3.5 Traitements statistiques des données

Les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel libre R (R Development Core Team, 2008). La significativité des résultats a été retenue pour des *p-values* inférieures à 5 %.

### 3.5.1 Tests statistiques

Des tests ont été menés sur les variables descriptives prises indépendamment les unes des autres.

*Variables quantitatives.* Des comparaisons de moyennes entre gîtes et absences ont été réalisées grâce au test de Student, pour les variables quantitatives dont la normalité de la distribution a été vérifiée (test de normalité de Shapiro-Wilk). Autrement, les distributions ont été comparées grâce au test non paramétrique de Wilcoxon.

*Variables qualitatives.* Les échantillons étant de petite taille, les tests d'indépendance entre occupation de la cavité et variables qualitatives ont été réalisés grâce au test exact de Fisher, à partir des tableaux de contingence.

### 3.5.2 Régressions logistiques

La régression logistique est une méthode d'analyse prédictive, qui fonctionne pour des variables qualitatives binaires à expliquer. Elle permet de prédire la présence ou l'absence d'un caractère, ici l'occupation d'une cavité par des Noctules de Leisler, sous forme d'une probabilité de présence. Elle peut traiter un grand nombre de variables explicatives, quantitatives ou qualitatives.

Deux modèles distincts ont été construits, l'un intégrant des variables liées à l'environnement de l'arbre, l'autre des variables liées à l'arbre et à sa cavité.

#### 3.5.2.1 Pré-sélection des variables

Dans la mesure du possible, les variables quantitatives ont été privilégiées aux variables qualitatives. Pour ces dernières, le nombre de modalités a été restreint autant que possible et le nombre d'occurrences de chaque modalité a été contrôlé, de sorte à représenter au moins 10 % des relevés. Au besoin, des regroupements ont été effectués entre modalités proches. Des tests de corrélation entre variables ont été effectués, afin de ne pas intégrer simultanément aux modèles des variables trop corrélées.

### 3.5.2.2 *Elaboration des modèles pas à pas*

Les méthodes automatiques étant peu fiables, en particulier dans le cas de jeux de données relativement petits, les modèles ont été construits pas à pas avec une sélection manuelle des variables à intégrer. Le principe de la méthode consiste, étape par étape, à sélectionner la variable explicative qui possède la plus forte valeur prédictive et à l'ajouter au modèle. L'apport prédictif d'une variable transparait dans l'augmentation du carré de la déviance ( $D^2$ ) du modèle. On cherche à obtenir une diminution de l'*Akaike information criterion* (AIC) du modèle. La significativité de la variable ajoutée est également contrôlée à travers sa *p-value*. Le script R utilisé dans cette démarche a été adapté de Piedallu et Coudun, 2014. Les variables ajoutées ont été examinées au cas par cas par le tracé de courbes de réponse aux variables quantitatives (probabilité d'occupation d'une cavité calculée d'après le modèle, en fonction de la variable ajoutée) ou la représentation des coefficients affectés aux modalités des variables qualitatives. La courbe *Receiving operating characteristics* (ROC) est également tracée afin d'évaluer la qualité du modèle. Un modèle peut être considéré comme acceptable dès lors que l'*Area under curve* (AUC) (aire comprise entre la bissectrice du modèle nul et la courbe ROC) atteint 0,7.

Le recours à une visualisation graphique des variables a permis de contrôler l'influence d'éventuels « *outlayers* » sur les courbes de réponse des variables sélectionnées. Seuls les résultats dont le fondement biologique peut être défendu ont été pris en considération. Ainsi des variables telles que l'altitude et la pente, vraisemblablement significatives du fait de l'échantillonnage incomplet des absences (voir 4.2.2), n'ont pas été retenues en dépit de leur apport au modèle.

## 4 Résultats

### 4.1 Bilan des sessions de télémétrie sur Valdu Niellu

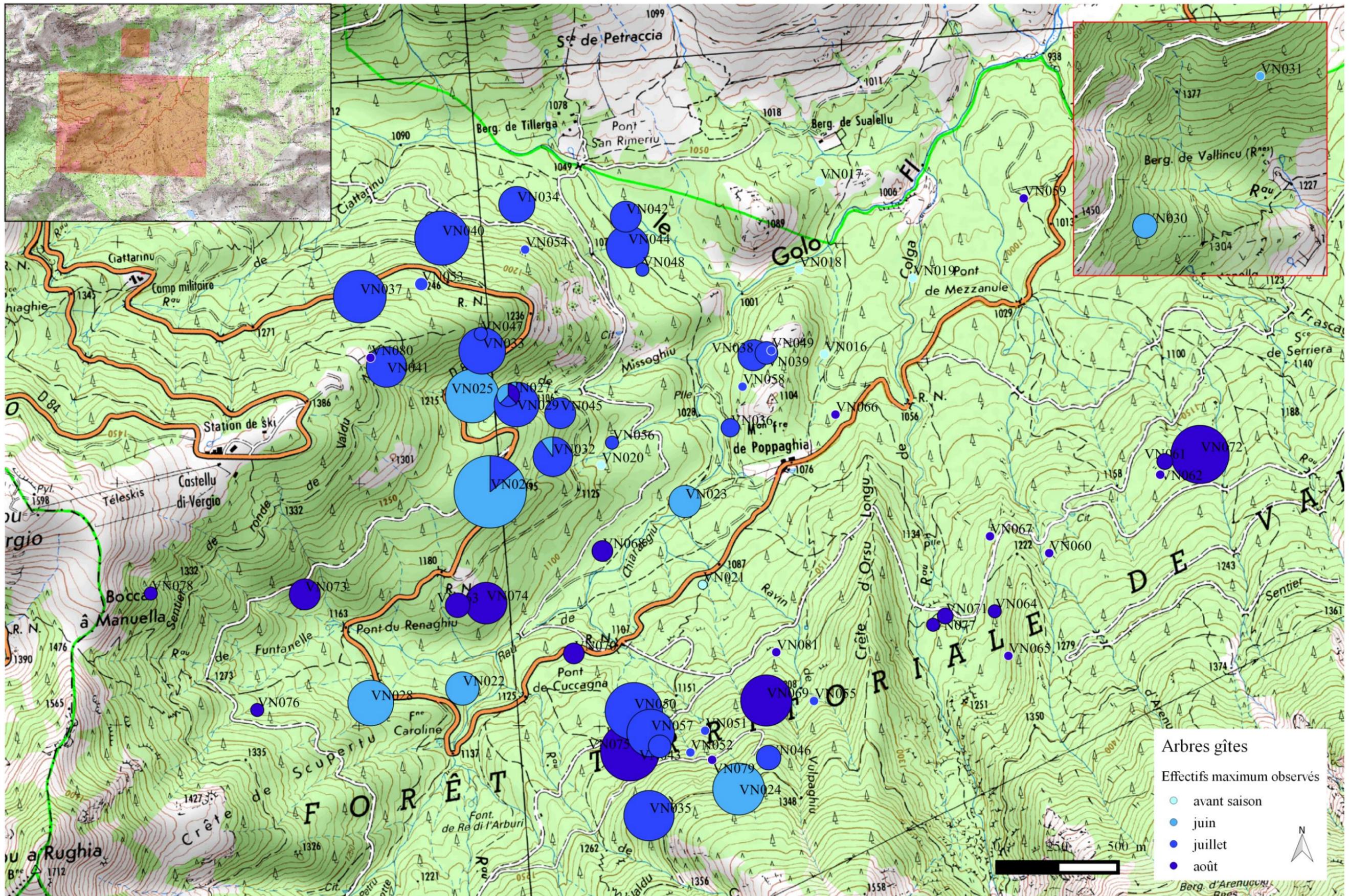
#### 4.1.1 Suivi des femelles équipées et des arbres gîtes occupés

Le Tableau 2 ci-dessous présente la synthèse des sessions de suivi réalisées en juin, juillet et août. Les données brutes de télémétrie et de comptage peuvent être consultées en Annexes III et IV.

Tableau 2 — Synthèse des résultats des sessions de télémétrie en forêt de Valdu Niellu.

Session	Juin		Juillet		Août	
	du 14/06/16	au 26/06/16	du 18/07/16	au 30/07/16	du 14/08/16	au 31/08/16
Statut reproducteur des femelles équipées	Gestation		Lactation		Post-lactation et juvéniles	
Colonie (d'après site de capture)	Chiarasgiu	amont Golo	Chiarasgiu	San Rimeriu	Chiarasgiu	Colga
<b>Nombre de femelles équipées</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
Pression de suivi (jours.chiros)	52	4	48	20	43	32
Chiro-jours* (jours.chiros)	30	2	47	17	30	20
<b>Nombre total de gîtes occupés</b> dont gîtes réoccupés	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>22</b> 4	<b>8</b>	<b>14</b> 1	<b>10</b>
Nombre moyen de comptages par gîte <i>écart-type standard</i>	3,33 2,18	0,50 0,71	1,55 1,30	1,00 0,93	1,79 1,58	1,60 1,65
<b>Effectif moyen en sortie de gîte</b> <i>écart-type standard</i>	<b>13,45</b> 10,45	<b>7,00</b>	<b>10,65</b> 9,96	<b>17,40</b> 7,83	<b>8,24</b> 6,96	<b>5,54</b> 12,28
Effectif maximal observé en sortie de gîte	60		38		39	
Effectifs cumulés maximum en sortie de gîte	117	7	76	37	67	40
Nombre moyen de gîtes occupés par une femelle <i>écart-type standard</i>	2,44 1,33		5,71 1,38		2,78 1,20	
<b>Durée moyenne d'occupation d'un gîte (jours)</b> <i>écart-type standard</i>	<b>1,48</b> 0,65		<b>1,70</b> 0,49		<b>1,93</b> 0,76	
Nombre moyen de changements de gîte observés <i>écart-type standard</i>	1,67 1,66		5,43 1,40		2,00 0,87	
<b>Fréquence moy. des changements de gîte (/jour)</b> <i>écart-type standard</i>	<b>0,36</b> 0,29		<b>0,59</b> 0,13		<b>0,45</b> 0,24	
<b>Distance moyenne des changements de gîte (m)</b> <i>écart-type standard</i>	<b>618</b> 397		<b>537</b> 152		<b>934</b> 512	
<b>Surface du réseau de gîtes de la colonie (Polygone Minimum Convexe) (ha)</b>	<b>155,56</b>		<b>218,81</b>	<b>24,88</b>	<b>468,15</b>	<b>80,59</b>

\*nombre de jours de suivi télémétrique avec localisation du gîte, cumulés par individus



La première observation – quasiment certaine d’après les comportements observés – de jeunes volants a eu lieu le 29 juillet en sortie du gîte VN032.

#### 4.1.2 Cartographie des arbres gîtes à Noctule de Leisler identifiés en 2016 sur Valdu Niellu

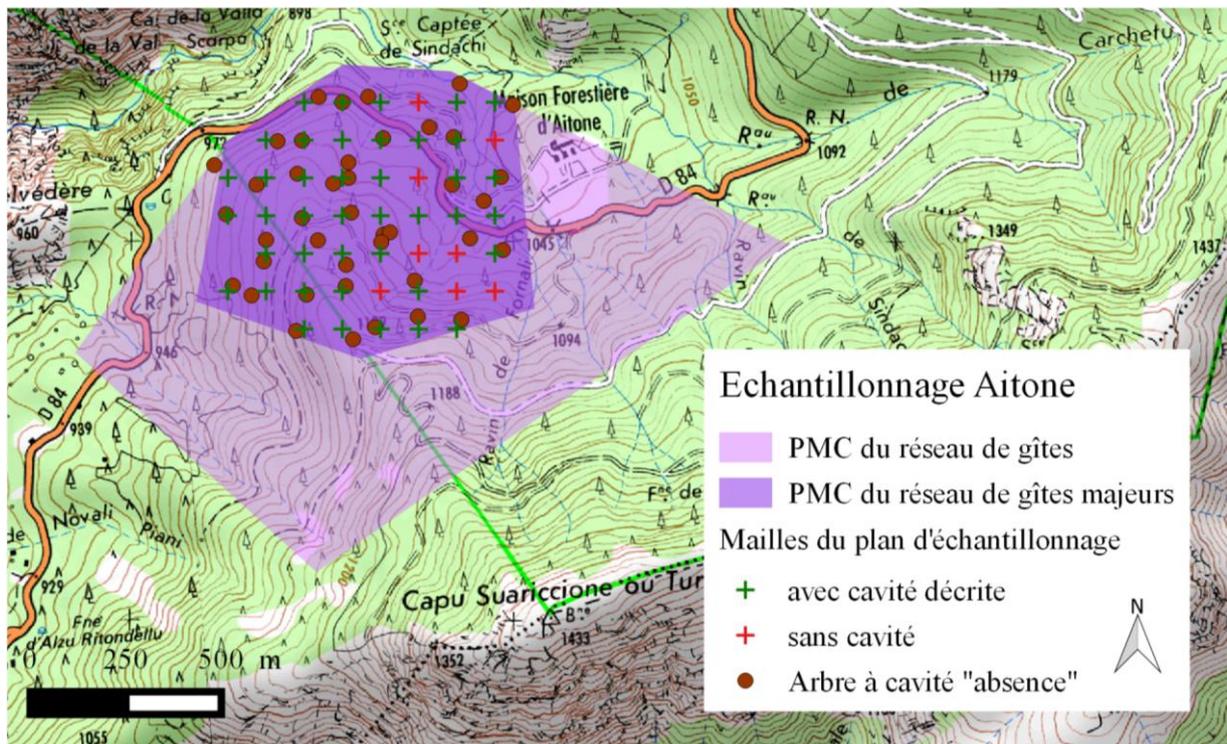
Au total, 66 arbres gîtes ont été identifiés par télémétrie sur Valdu Niellu (Carte 3), dont 7 arbres en avant saison. 44 d’entre eux ont fait l’objet d’au moins un comptage en sortie de gîte, ce qui a permis de localiser avec précision 28 cavités.

*Carte 3 (page précédente) — Arbres gîtes identifiés en 2016 sur Valdu Niellu. La surface des diagrammes est proportionnelle aux effectifs maximum observés toutes sessions confondues. Les diagrammes cerclés de noir correspondent à des données issues de comptages en sortie de gîte, ceux cerclés de blancs correspondent à un nombre d’émetteurs localisés simultanément dans le gîte. Les sections des diagrammes représentent la répartition des effectifs maximum observés entre les différentes sessions. Fond de carte : IGN, 1/25 000.*

## 4.2 Echantillonnage des arbres à cavité non occupés

### 4.2.1 Aitone : colonie « Fornali »

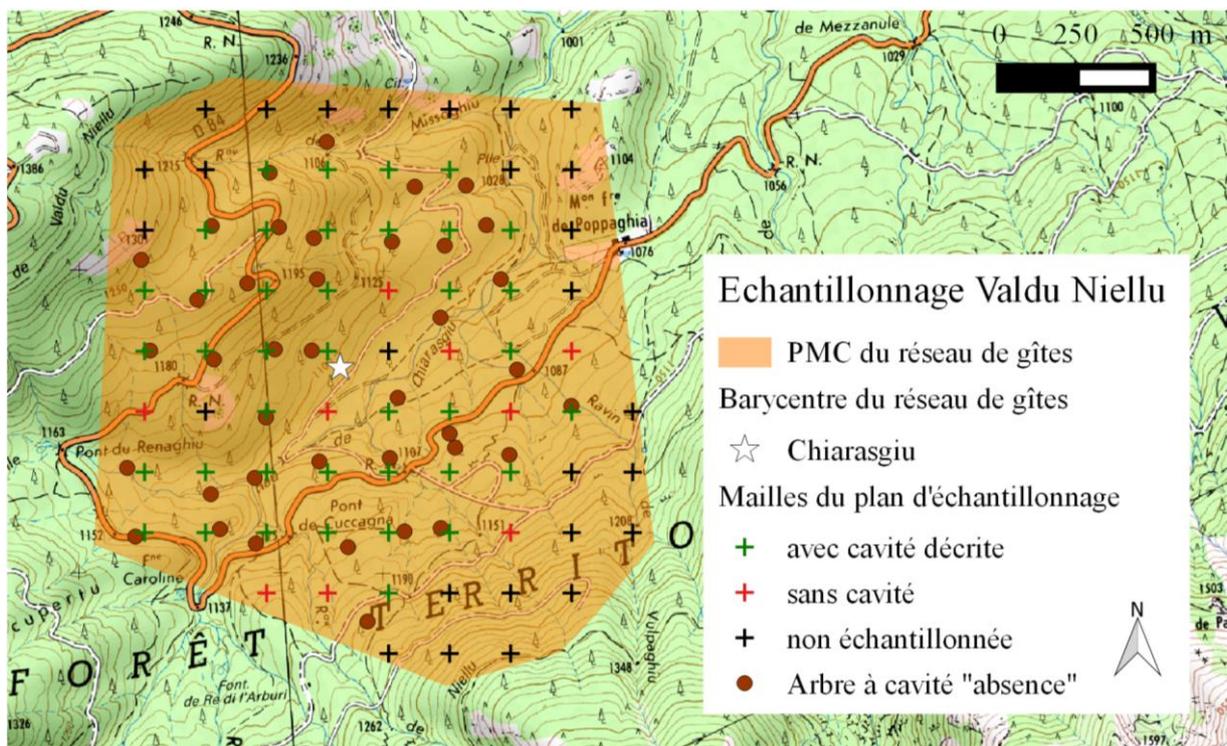
*Carte 4 — Échantillonnage des absences dans le PMC des arbres gîtes majeurs de la colonie « Fornali ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.*



Sur Aitone, l'échantillonnage a été limité au PMC formé par les arbres gîtes majeurs de la colonie connue. 41 arbres à cavité ont été échantillonnés sur les 49 mailles prospectées (Carte 4). Ces arbres à cavité ont fait l'objet d'une description succincte, d'après le protocole utilisé en 2015 (Mazeaud-Bournique, 2015).

#### 4.2.2 Valdu Niellu : colonie « Chiarasgiu »

Carte 5 — Échantillonnage des absences dans le PMC des arbres gîtes de la colonie « Chiarasgiu ». Fond de carte : IGN, 1/25 000.



48 mailles ont été prospectées dans le PMC du réseau d'arbre gîtes de la colonie « Chiarasgiu ». Le PMC n'ayant pas pu être intégralement échantillonné dans le temps imparti, priorité a été donnée aux mailles les plus proches du barycentre de la colonie (le poids affecté à chaque gîte étant défini par l'effectif maximum observé). 39 arbres à cavité ont été décrits, aucune cavité n'ayant été trouvée dans les 100 m autour de 9 des mailles théoriques (Carte 5).

### 4.3 Principaux résultats des tests et modèles de régression logistique

#### 4.3.1 Quelques résultats remarquables

##### 4.3.1.1 Essence, état sanitaire et origine de la cavité

Au regard de la disponibilité en cavités du secteur forestier échantillonné, et en dehors de toutes autres considérations dendrométriques, les Noctules de Leisler occupent davantage des cavités de pin laricio que des cavités de feuillus, aulne ou bouleau ( $p\text{-value} = 2,138.10^{-3}$ ). Les loges de pic font très souvent office de gîte car elles représentent l'essentiel des cavités disponibles ( $p\text{-value} = 8,124.10^{-1}$ ). L'hypothèse selon laquelle les femelles privilégient les cavités portées par des arbres vivants, plus durables, n'est pas vérifiée ( $p\text{-value} = 5,538.10^{-1}$ ).

#### 4.3.1.2 Distances entre gîtes

Les gîtes étant organisés en réseau, on pourrait s'attendre à ce que les femelles recherchent la proximité d'autres arbres gîtes lors du choix d'une cavité. La distance séparant chaque cavité décrite du gîte le plus proche a été mesurée sous SIG. La distance entre arbres gîtes n'apparaît pas significativement plus faible ( $p\text{-value} = 7,775.10^{-1}$ ).

#### 4.3.1.3 Diamètre et séries de production

Les arbres gîtes présentent des diamètres à 1,30 m plus élevés que les autres arbres à cavité ( $p\text{-value} = 1,829.10^{-4}$ ). Les arbres gîtes ne sont pas répartis de façon homogène entre les différentes séries de production définies par l'aménagement ( $p\text{-value} = 8,571.10^{-5}$ ) : on les trouve majoritairement dans la série 1. Il est intéressant de noter que le traitement sylvicole retenu pour cette série est la futaie irrégulière.

Tous les résultats des tests peuvent être retrouvés en Annexe VII.

### 4.3.2 Modèle avec variables liées à l'environnement de l'arbre à cavité

Les étapes de construction du modèle sont récapitulées dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 — Étapes de construction du modèle de régression de logistique avec variables liées à l'environnement.

Variable	Terme simple ou quadratique	AIC	$p\text{-value}$	D <sup>2</sup>	AUC	Succès	Sensibilité	Spécificité
Recouvrement de la strate arborée basse	simple	102,20	2,84E-01	0,01157	0,47	57	91	28
Présence de lisière	simple	95,66	5,84E-03	0,13749	0,72	72	70	74
Sinus de l'exposition	simple	92,34	2,11E-02	0,19106	0,77	78	70	85

#### *4.3.2.1 Taux de recouvrement de la strate arborée basse*

Les cavités ne sont pas occupées lorsque l'encombrement du sous-étage est trop important. Cette situation se rencontre généralement lorsqu'un sous-étage feuillu est présent en mélange sous la strate dominante de pins laricio. Il est probable qu'un encombrement trop important gêne les déplacements des Noctules dans la strate où se situe la plupart des cavités. Rappelons que la Noctule de Leisler, de par sa morphologie alaire, n'est pas une espèce glaneuse adaptée à évoluer dans les feuillages comme l'est le Murin de Bechstein.

L'analyse de la déviance suggère l'ajout du terme quadratique du recouvrement au modèle. En effet, les cavités semblent également peu occupées pour les valeurs les plus basses de recouvrement. Non seulement aucune explication biologique ne vient appuyer ce constat, mais il semble de plus raisonnable de penser que pour de faibles valeurs de recouvrement (moins de 20 %), le relevé effectué par l'observateur n'est pas suffisamment précis pour retranscrire de réelles différences.

#### *4.3.2.2 Présence d'une lisière*

La présence dans les environs de la cavité d'une lisière de type « rupture dans la structure verticale du peuplement » ou d'un linéaire comme une piste forestière influe négativement sur l'occupation de la cavité, par rapport à l'absence de lisière ou une lisière sur un milieu ouvert, par exemple une trouée large ou une coupe récente. Au premier abord, on se serait attendu à ce que de tels éléments structurants du paysage facilitent le cheminement des femelles jusqu'au gîte, comme cela peut être observé par ailleurs pour d'autres espèces dans d'autres contextes forestiers. Dans le cas présent, il s'avère que les pins laricio forment des peuplements relativement clairs et ouverts. On peut alors penser que la présence d'une lisière n'apporte pas de bénéfice particulier. Au contraire, une rupture dans la structuration du peuplement peut correspondre à un encombrement plus important du sous-étage.

#### *4.3.2.3 Sinus de l'exposition*

Les gîtes se retrouvent davantage sur les versants exposés à l'Ouest. Ces versants sont exposés plus tardivement en journée à la lumière du soleil. On peut imaginer que cela ait une incidence sur le rythme biologique des chiroptères.

### *4.3.3 Modèle avec variables liées à l'arbre et à la cavité*

Le Tableau 4 ci-dessous compile les caractéristiques des modèles successifs obtenus étape par étape.

Tableau 4 — Étapes de construction du modèle de régression de logistique avec variables liées à l'arbre et à la cavité.

Variable	Terme simple ou quadratique	AIC	<i>p-value</i>	D <sup>2</sup>	AUC	Succès	Sensibilité	Spécificité
Hauteur de l'entrée	simple	71,93	7,03E-05	0,18873	0,78	73	75	72
Voisinage	simple	65,62	5,76E-03	0,31189	0,83	83	67	92
Volume du houppier	simple	65,19	9,28E-02	0,38859	0,89	84	83	85

Ce second modèle est globalement de meilleure qualité que le précédent. Les Noctules seraient plus attachées à l'arbre gîte en lui-même qu'à son environnement et sa situation.

#### 4.3.3.1 Hauteur de l'entrée de la cavité

Les cavités occupées sont situées en hauteur, en moyenne à 14 m du sol. Ce constat concorde avec les résultats d'autres études (voir 2.1.3). Par ailleurs ce facteur semble prédominant pour prédire l'occupation d'une cavité. Les explications souvent avancées invoquent une meilleure protection vis-à-vis des prédateurs terrestres.

#### 4.3.3.2 Voisinage

Un voisinage étroit (présence d'un autre arbre à moins de 5 m) serait défavorable à l'utilisation d'une cavité par des Noctules. Il est possible que ce critère rejoigne en partie l'encombrement de l'espace à proximité immédiate de la cavité (voir taux de recouvrement de la strate arborée basse du modèle précédent). Ce facteur était déjà ressorti comme déterminant en 2015 sur Aitone (Mazeaud-Bournique, 2015).

#### 4.3.3.3 Volume du houppier

Hormis le cas des chandelles, les Noctules privilégieraient des arbres dont le houppier est bien développé. Cette caractéristique est sans doute liée au facteur voisinage de l'arbre. La proximité d'autres arbres de taille comparable contraint l'étalement du houppier comparativement à un arbre en croissance libre.

Le détail des modèles et les tables d'analyse de la déviance figurent en Annexes X et XI, de même que les courbes de réponse des variables qualitatives et les coefficients des variables quantitatives (Annexes VIII et IX), ainsi que les courbes ROC des modèles finaux (Annexe XII).

## 5 Discussion

### 5.1 Difficultés techniques et circonstancielles

#### 5.1.1 Absences de contact avec les individus équipés

A de nombreuses reprises au cours des sessions de suivi par télémétrie, certaines femelles équipées d'émetteurs n'ont pas été contactées lors des prospections journalières, temporairement ou définitivement (chiro-jours largement inférieurs à la pression de suivi, voir Tableau 2). Le cumul des effectifs observés en sortie de gîte, atteignant rarement un maximum (individus absents aux comptages), confirme que les réseaux d'arbres gîtes des colonies ne sont pas identifiés dans leur ensemble.

En juin, un dysfonctionnement de certains émetteurs a été suspecté. Un ajustement technique lors de la pose des émetteurs en juillet pourrait avoir partiellement corrigé le problème. Il est également possible que certains gîtes aient été situés dans une zone d'ombre inattendue au nord de la maison forestière de *Popaghja*. Plusieurs arbres gîtes ont en effet été identifiés au mois de juillet dans ce secteur peu prospecté en juin. En août, trois des individus dont le signal avait été perdu ont été recontactés sur d'autres massifs forestiers (Évisa, Reno, etc.) où des gîtes ont pu être identifiés, bien que les individus en question aient gîte plusieurs jours sur Valdu Niellu.

Ces absences de contact inexplicables et inévitables malgré la vigilance apportée peuvent entraîner un biais des résultats présentés dans le Tableau 2. De manière évidente par une sous-estimation du nombre de gîtes occupés, mais également dans la durée d'occupation des gîtes, la fréquence et les distances des changements de gîtes.

#### 5.1.2 Confusions entre espèces de chiroptères

Un même arbre gîte peut être occupé simultanément par plusieurs espèces de chiroptères. En plus des Noctules de Leisler, des Barbastelles d'Europe (*Barbastella barbastellus*) et des Pipistrelles (*Pipistrellus sp.*) ont par exemple été observées en sortie de l'arbre gîte VN075, comportant vraisemblablement plusieurs cavités distinctes.

Il est possible de distinguer assez aisément une Pipistrelle d'une Noctule de Leisler au regard de son envergure en vol. En revanche, seul un observateur expérimenté équipé d'un détecteur à ultrasons est capable de faire la différence de façon certaine entre une Barbastelle et une Noctule de Leisler. Il est donc fort probable que les comptages effectués en sortie de gîte intègrent ponctuellement des individus d'espèces différentes.

Il n'en demeure pas moins qu'un arbre abritant d'autres espèces forestières que la Noctule présente un intérêt chiroptérologique certain.

### 5.1.3 Anticipation du protocole d'échantillonnage des absences

L'identification des secteurs forestiers occupés par les colonies de reproduction est contrainte par le cycle de vie des Noctules. Il était malgré tout nécessaire de débiter l'échantillonnage des absences au plus tôt, étant donné le coût en temps des relevés : environ une demi-heure, abstraction faite du temps nécessaire à la recherche de la cavité à décrire. Les premières descriptions ont eu lieu au terme de la session de juin, autour du barycentre du réseau de gîtes partiellement identifié. A l'issue de la session de juillet, il s'est avéré que les noyaux d'arbres gîtes étaient davantage localisés en périphérie de ce barycentre. Ces contraintes ont ainsi conduit à un échantillonnage des absences qui ne s'est pas révélé optimal (voir Carte 5).

La prospection d'arbres à cavité à décrire s'est révélée particulièrement chronophage, notamment sur Valdu Niellu. Le PMC des arbres gîtes de la colonie n'a pas pu être couvert dans sa totalité. En outre, l'objectif initial de description de quatre absences pour un gîte, de sorte à minimiser le biais induit par des pseudo-absences (voir 5.5.2), n'a largement pas pu être atteint. Etant donné la difficulté à trouver des cavités inoccupées, il n'est par ailleurs pas certain qu'un tel rapport puisse être atteint en échantillonnant les absences dans la limite du PMC.

## 5.2 Répartition spatiale des colonies sur le massif forestier de Valdu Niellu

### 5.2.1 Trois colonies de reproduction suivies sur Valdu Niellu ou davantage ?

On considère que deux arbres gîtes font partie d'un même réseau dès lors qu'ils sont amenés à être occupés par un même individu, et réciproquement. L'ensemble des individus fréquentant au moins un des gîtes du réseau appartiennent alors à une même colonie de reproduction.

Si l'on s'en tient à ce principe, on dénombre jusqu'à 6 colonies en juin et juillet sur Valdu Niellu pour lesquelles aucune interconnexion n'a été observée au cours des deux sessions. Toutefois on observe que des arbres gîtes utilisés par ces colonies *a priori* distinctes se retrouvent dans un même secteur : c'est le cas en particulier de l'arbre gîte VN024.

Deux hypothèses peuvent alors être formulées :

- ❖ 6 colonies de reproduction (« Fontaine Caroline », « Chiarasgiu », « Missoghiu », « Sentier de ronde », « Lemidu », « Golo ») entre lesquelles il n'existe pas de ségrégation spatiale des réseaux d'arbres gîtes (Carte 6) ;
- ❖ 3 colonies de reproduction (« Chiarasgiu », « amont Golo » et « San Rimeriu »), l'absence d'observation directe de certaines connexions s'expliquant par la non exhaustivité du suivi des colonies (Carte 7). Les colonies « Fontaine Caroline », « Chiarasgiu », « Missoghiu » et « Sentier de ronde » formeraient une unique colonie « Chiarasgiu ».

Cette seconde hypothèse est étayée par la fréquentation des vasques où les chiroptères viennent s'abreuver. En effet, toutes les femelles de la colonie « Chiarasgiu » suivies ont été capturées au même site sur le ruisseau de Chiarasgiu (Chiarasgiu 1080), tandis que les individus des colonies « amont

Golo » et « San Rimeriu » ont été capturés sur le Golo (respectivement aux sites de capture Golo 1167 et San Rimeriu 1049) (Carte 7).

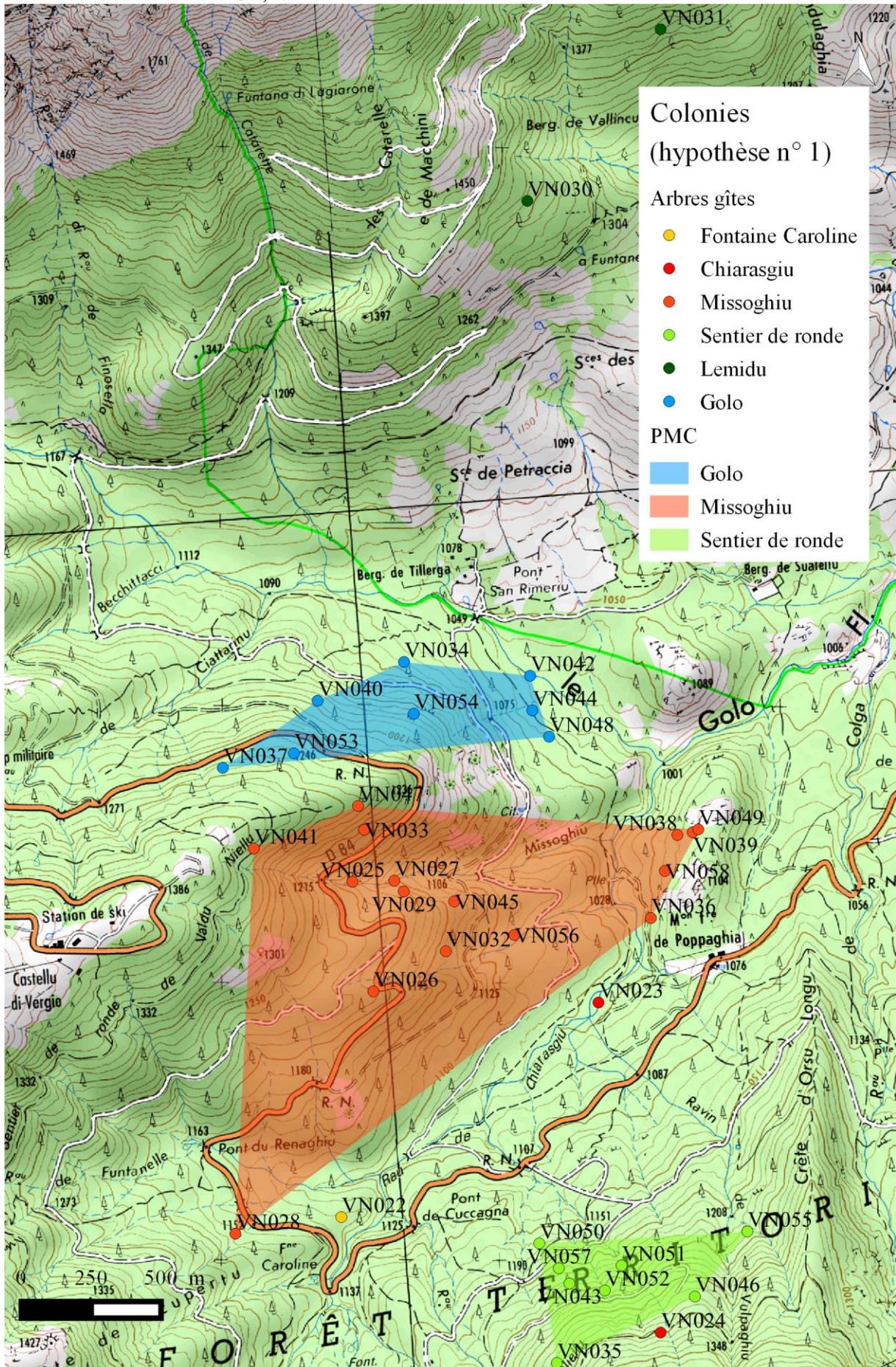
C'est cette seconde hypothèse qui a été retenue pour définir le secteur d'étude des gîtes et absences (voir 4.2.2, PMC du réseau de gîtes de la colonie « Chiarasgiu »).

## 5.2.2 Quel modèle d'occupation de l'espace par les colonies ?

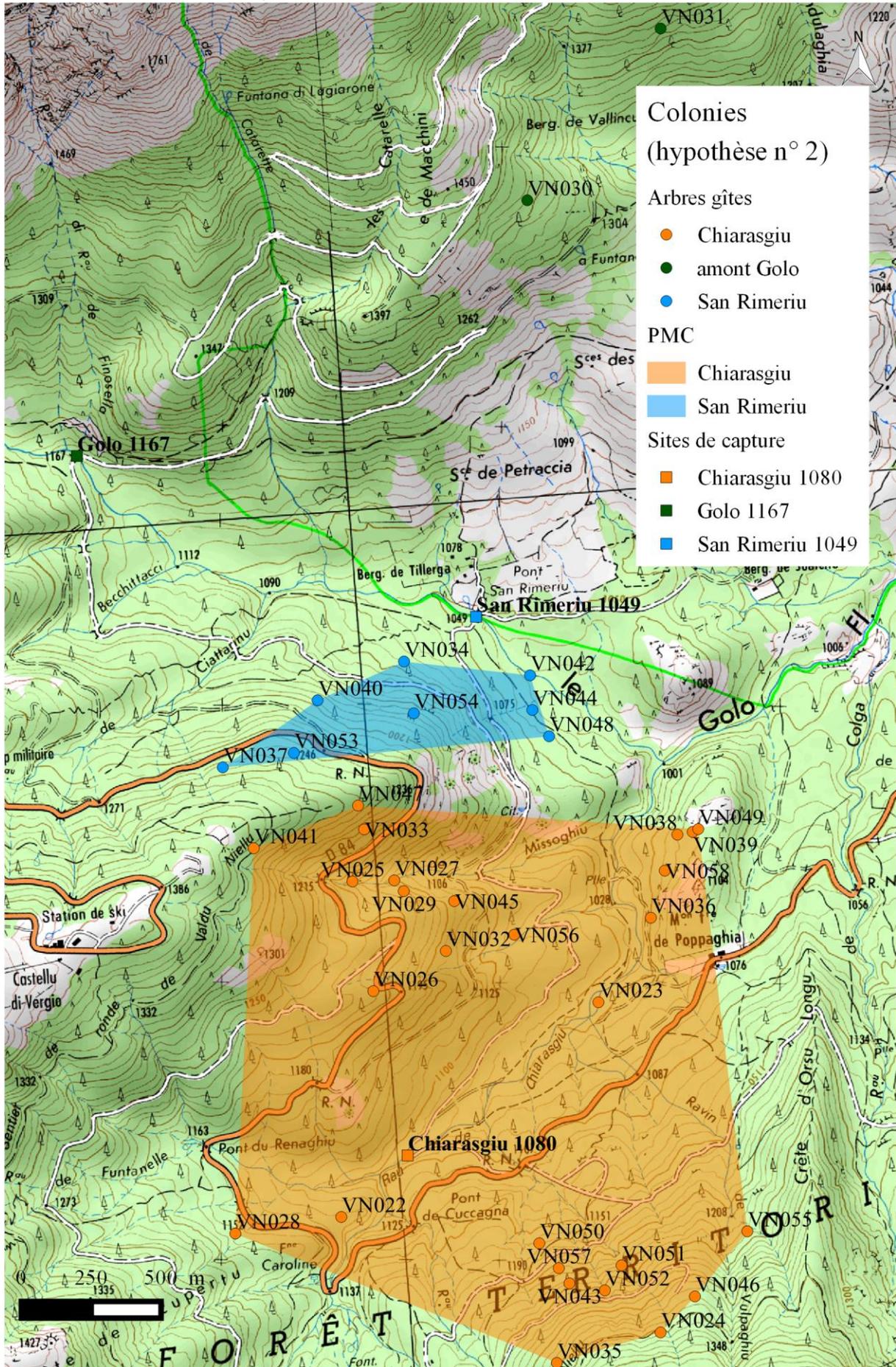
Les suivis réalisés en période de reproduction sur Valdu Niellu semblent conforter l'idée d'une ségrégation des colonies. Il n'a pas été constaté d'évidence claire d'échanges entre réseaux de gîtes en juin et juillet, à moins de considérer les colonies « Missoghiu » et « Sentier de ronde » comme distinctes et intégrant respectivement les arbres gîtes VN023 et VN024 dans leur réseau. La femelle ayant occupé ces deux derniers gîtes (émetteur 255) ferait alors le lien entre les réseaux de gîtes de ces deux colonies. Cette configuration reste toutefois très hypothétique.

Suivant l'hypothèse de 3 colonies de reproduction identifiées, on n'observe pas de recouvrement spatial des réseaux d'arbres gîtes. Les colonies « Chiarasgiu » et « San Rimeriu » occupent cependant des secteurs contigus. En admettant que l'étendue des réseaux de gîtes puisse être plus importante que les PMC identifiés (en particulier pour les colonies comme « amont golo » pour lesquelles la pression de suivi a été relativement faible) et l'existence d'autres colonies dont aucun individu n'a été capturé, on peut concevoir une couverture complète du massif forestier par les colonies, du moins pour les peuplements offrant des cavités.

Carte 6 — Réseaux d'arbres gîtes des colonies de reproduction de Valdu Niellu, sous l'hypothèse de 6 colonies. Fond de carte : IGN, 1/25 000.



Carte 7 — Réseaux d'arbres gîtes des colonies de reproduction de Valdu Niellu, sous l'hypothèse de 3 colonies. Fond de carte : IGN, 1/25 000.

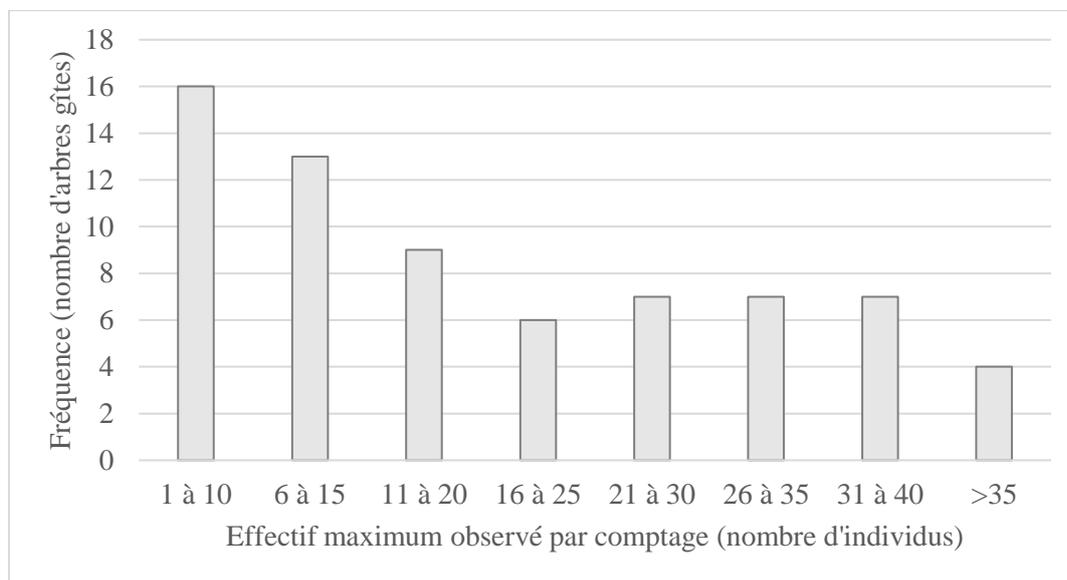


### 5.3 Un schéma d'occupation des gîtes qui diverge en partie des précédentes études en Corse

#### 5.3.1 Arbres gîtes majeurs et secondaires

La distinction entre gîte majeur et gîte secondaire se fonde sur la répartition des effectifs maximum entre gîtes. Jusqu'à présent, les arbres gîtes à Noctule de Leisler identifiés en Corse abritaient soit de petits effectifs de quelques individus, ou bien plus d'une vingtaine de chauve-souris, jusqu'à une centaine pour certains arbres. Ce constat n'a pas été fait de façon évidente sur Valdu Niellu, où l'occupation des différents gîtes semble plus homogène (Figure 5).

Figure 5 — Répartition des effectifs maximum observés par comptage entre arbres gîtes.



On distingue tout de même graphiquement deux groupes d'arbres. Lorsque l'on calcule l'écart-type des effectifs des arbres majeurs d'une part et des arbres secondaires d'autre part, la somme de ces deux écarts-types est minimale pour une limite entre arbres majeurs et secondaires fixée à 17 individus.

D'autre part, il a été couramment observé sur Valdu Niellu des variations très brusques dans les effectifs journaliers des arbres gîtes suivis. Des gîtes comptant d'importants effectifs se sont vus brutalement désertés du jour au lendemain. Si de telles fluctuations ont déjà pu être constatées par le GCC par le passé, parfois mises sur le compte du dérangement au pied du gîte, en revanche le phénomène n'avait jamais semblé aussi généralisé. On peut alors s'interroger sur la validité des effectifs maximum relevés, en particuliers pour les arbres gîtes pour lesquels seuls un ou deux comptages ont été effectués.

#### 5.3.2 Influence du statut reproducteur sur le modèle de fission-fusion des colonies

Les femelles semblent davantage regroupées en période de gestation que pendant la lactation où le nombre d'arbres gîtes occupé par la colonie « Chiarasgiu » est plus élevé (écart à tempérer par un nombre de chiro-jours plus élevé également), avec des effectifs par gîte moindres. Les femelles lactantes

paraissent également plus mobiles, les changements de gîtes étant plus fréquents, quoiqu'à plus faible distance. A l'exception de la fréquence des changements de gîtes, ces constats rejoignent globalement ceux des études précédentes (Jimenez, 2014 ; Mazeaud-Bournique, 2015). En revanche, le taux de réoccupation des gîtes observé en juillet est plus faible. Ce constat pourrait corroborer l'idée selon laquelle le réseau de gîte n'aurait que partiellement été identifié en juin (nombreuses absences de contact).

L'étude de 2016 confirme la dispersion de la colonie en août, déjà observée en 2015. Plusieurs individus capturés sur Valdu Niellu ont par la suite rejoint d'autres massifs forestiers. Les effectifs observés en sortie de gîte sont plus faibles, alors même qu'ils incluent les jeunes de l'année volants. Les femelles restées sur Valdu Niellu ont occupé de nouveaux gîtes sur un secteur plus vaste et se sont montrées plus casanières.

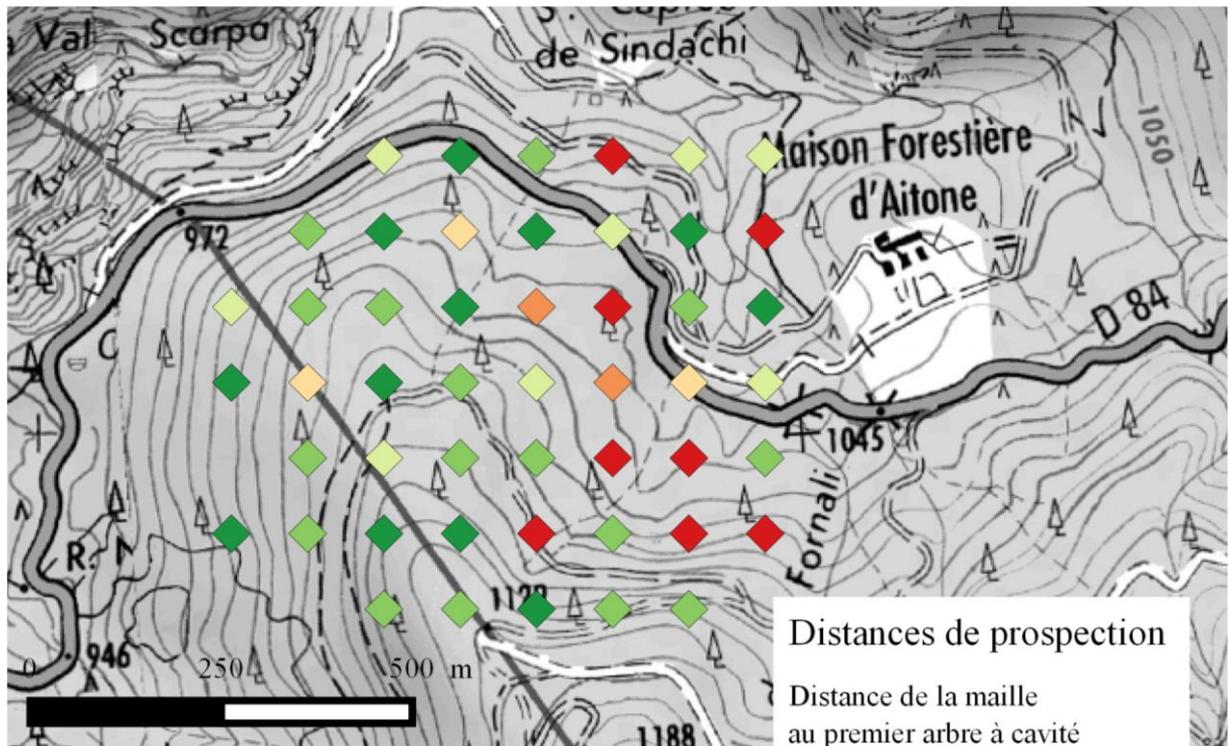
Néanmoins, au regard des écarts-types ces différences constatées sont peu significatives. Les biais évoqués au paragraphe 5.1.1 doivent également être gardés à l'esprit.

## 5.4 Offre en cavités et traitement sylvicole

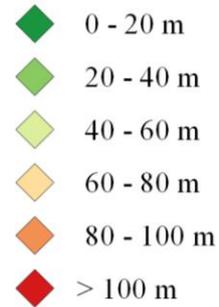
Pour chaque arbre à cavité décrit, la distance à la maille théorique du plan d'échantillonnage a été mesurée sous SIG. On s'attend à ce que plus la densité en arbres à cavité est faible autour du point échantillonné, plus le premier arbre à cavité trouvé est distant de la maille théorique. La Carte 8 ci-dessous présente pour chaque maille la distance à l'arbre à cavité le plus proche, sur les secteurs prospectés des massifs d'Aitone (maillage 100 m) et de Valdu Niellu (maillage 200 m).

On constate des distances de prospection significativement plus élevées sur Valdu Niellu que sur Aitone (test de Wilcoxon,  $p\text{-value} = 4,297.10^{-5}$ ). La forêt territoriale de Valdu Niellu est une des plus importantes forêts de production de pin laricio de Corse. La sylviculture y est relativement dynamique pour l'île. Cela s'accompagne de peuplements globalement plus jeunes que sur Aitone, où l'on rencontre fréquemment des peuplements atteignant les dernières phases du cycle biologique (vieillesse et sénescence), habituellement écourté par les pratiques sylvicoles. On rencontre par exemple sur Aitone des parcelles ayant fait l'objet d'un ancien martelage n'ayant été suivi d'aucune exploitation, faute de vente des bois. L'offre en cavités d'un peuplement étant étroitement liée à son degré de maturité, cela pourrait expliquer les différences constatées entre les deux massifs.

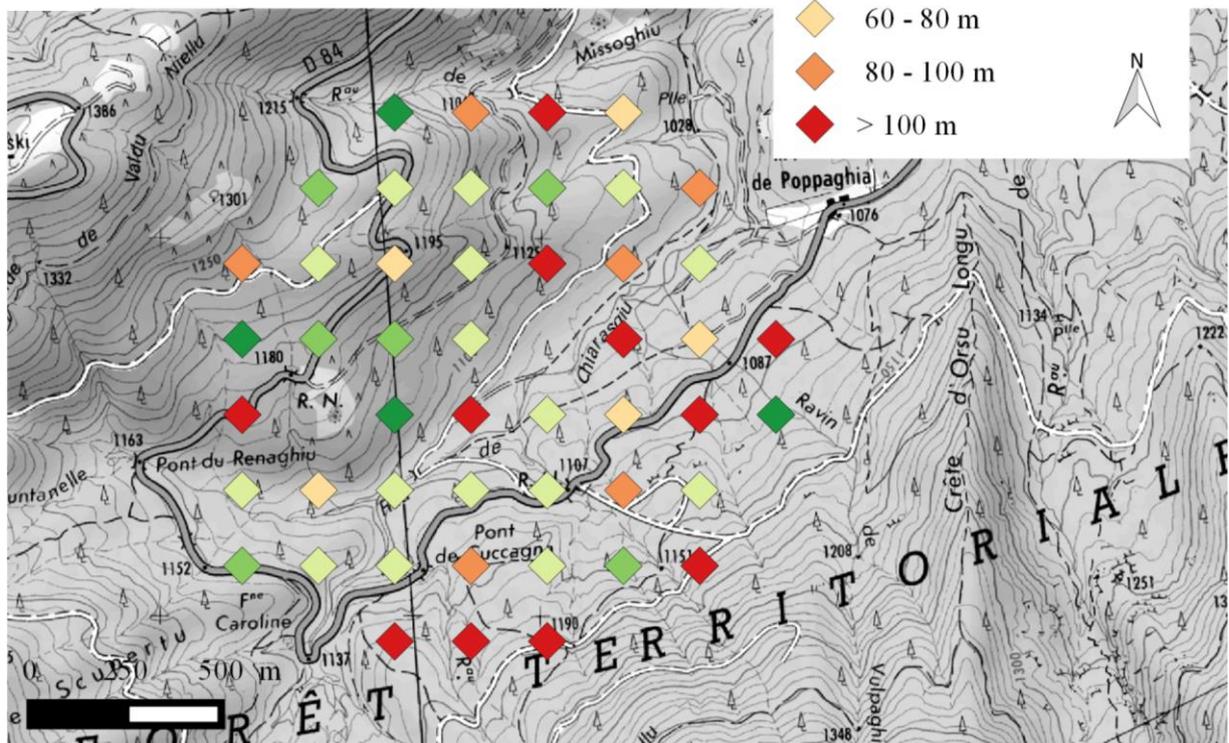
Carte 8 — Distances de prospection constatées sur Aitone (a) et Valdu Niellu (b) lors de l'échantillonnage des absences. Fond de carte : IGN, 1/25 000.



(a)

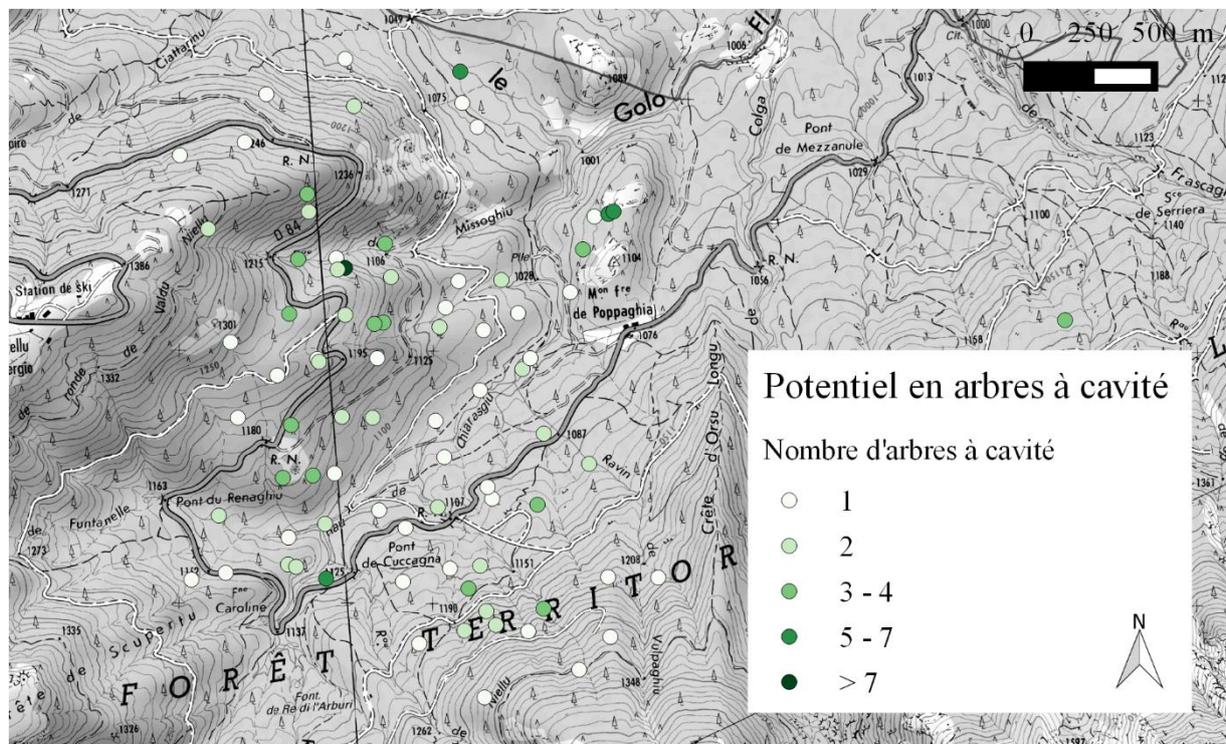


(b)



Sur Valdu Niellu, le nombre d'arbres à cavité visible dans un rayon de 30 m autour de l'arbre décrit (inclus) a été relevé (Carte 9).

Carte 9 — Potentiel en arbres à cavité relevé autour de chaque arbre à cavité décrit sur Valdu Niellu. Fond de carte : IGN, 1/25 000.



Cette carte corrobore l'impression de terrain selon laquelle l'offre en cavités est discontinue dans le massif de Valdu Niellu. Les limites entre parquets marquent souvent des changements abrupts dans le faciès des peuplements, caractéristique des peuplements menés en futaie régulière.

## 5.5 Limites des modèles statistiques

### 5.5.1 Un nombre relativement faible de données collectées

33 arbres gîtes ont été décrits dans le secteur de la colonie « Chiarasgiu », ainsi que 39 absences. Cela représente un nombre de données relativement restreint. Le risque est d'autant plus grand de voir apparaître entre variables des corrélations sans fondement biologique. La stabilité des modèles statistiques en est affectée. Cela implique de recourir à la plus grande parcimonie et au sens critique dans l'élaboration des modèles, quitte à aboutir à des modèles peu prédictifs mais robustes.

### 5.5.2 Absences réelles, pseudo-absences et absences non détectées

On entend par données « absences » des cavités qui forment des gîtes potentiels mais ne sont pas occupées.

Trois cas de figure peuvent se présenter lors de l'échantillonnage des absences et entraîner un biais des données :

*Biais d'occupation.* Une cavité gîte peut ne pas être identifiée comme telle. Il est en effet impossible d'affirmer avec certitude qu'une cavité n'a jamais été occupée, ne l'est pas au moment présent et ne le sera jamais *en l'état*. Ainsi les arbres gîtes VN063 et VN068 identifiés au mois d'août avaient précédemment été échantillonnés comme absences. Les moyens à disposition ne permettent pas d'effectuer de contrôles en sortie de ces cavités afin de s'assurer au mieux de leur non occupation. Quand bien même il serait possible d'y placer un observateur sur une soirée, la fréquentation des arbres gîtes n'est pas continue dans le temps et l'absence d'individus en sortie de cavité ne garantit pas sa non utilisation. La présence de telles pseudo-absences dans le jeu de données ne risque toutefois de biaiser les tests statistiques que dans un sens conservatoire.

*Biais d'appréciation.* Vues depuis le sol, certaines « anomalies » de l'arbre peuvent sembler être des cavités alors qu'elles n'en sont pas. Il est par exemple parfois impossible de distinguer une loge de pic d'une simple amorce, on ne sait pas si une carie forme une cavité remontante ou non. Il n'est pas envisageable de grimper les arbres pour vérifier l'existence d'une cavité supposée. Seul un échantillon de données de grande taille permettrait de minimiser l'effet de ces inévitables biais.

*Biais de détection.* Suivant le type de cavité, certaines sont difficilement discernables et le risque est élevé de ne pas déceler leur présence. C'est notamment le cas des cavités dans les arbres vivants, comme par exemple les trous de pic dans les descentes de cime de Pin laricio peu visibles depuis le sol, ou encore les cavités dans les houppiers denses. Cela peut être à l'origine d'un biais d'échantillonnage des absences. Une grande attention est portée au relevé des cavités dans ces cas de figure afin de minimiser les erreurs. Suite à des essais menés en forêt de Bialowieza, Pologne (Ruczynski et Bogdanowicz, 2005) des tests ont conclu que le nombre de cavités visibles aux jumelles depuis le sol était similaire à celles observées en grimpan l'arbre. Cependant, il est hasardeux d'étendre ces conclusions à un contexte très différent. La prospection de cavités arboricoles en forêt feuillue en période hivernale est en effet difficilement comparable à celle opérée en période estivale dans des peuplements résineux.

Une régression logistique pourrait être tentée en distinguant les arbres gîtes majeurs, qui revêtent une importance particulière pour la colonie, des gîtes secondaires et pseudo-absences. Outre la faible quantité de données disponibles concernant les gîtes majeurs, cette analyse souffre du même biais d'occupation puisqu'il est difficile d'appréhender les effectifs maximum réels des gîtes (voir 5.3.1).

### 5.5.3 Précision des variables descriptives

En dehors des variables mesurées, dont on connaît la précision, une grande partie du relevé descriptif des cavités a recours à l'appréciation subjective de l'observateur.

C'est le cas en particulier de l'estimation des recouvrements. De manière générale, l'encombrement de l'espace se révèle délicat à caractériser. D'une étude à l'autre, il apparaît pourtant parfois comme un facteur déterminant de l'occupation de l'espace par les chiroptères.

L'appréciation des lisières est soumise aux mêmes difficultés. Cet aspect de la structuration de l'espace forestier est cité comme plus ou moins important dans les déplacements des chiroptères suivant les espèces considérées. Selon les cas, il peut être complexe pour un observateur au sol d'appréhender ce qui peut constituer une lisière du point de vue d'un chiroptère.

#### 5.5.4 Caractéristiques internes de la cavité

Il ressort de l'étude des gîtes à chiroptères en forêt domaniale de Rambouillet (Tillon, 2005) que les principaux facteurs déterminant l'occupation d'une cavité par des chiroptères sont essentiellement liés aux caractéristiques internes de la cavité : profonde, ascendante, avec une entrée de largeur réduite. Cet aspect a volontairement été laissé de côté lors de la description des cavités pour deux raisons. En premier lieu, une telle description impliquerait l'inspection de la cavité et donc la grimpe de l'arbre en question. Une manipulation de ce genre est difficilement envisageable pour le nombre de cavités concernées, sans compter le risque de dérangement inhérent si elle est réalisée durant la période d'occupation des gîtes de reproduction. A fortiori, le gestionnaire forestier auquel sont destinés d'éventuels conseils de conservation ne dispose pas des ressources nécessaires à l'inspection des cavités.

#### 5.5.5 Opportunités et limites de l'ENFA, une approche statistique complémentaire

L'*Ecological niche factor analysis* (ENFA) est une méthode d'analyse permettant d'appréhender et cartographier la niche écologique d'une espèce. Elle se fonde sur la comparaison entre les conditions du milieu pour lesquelles l'espèce est observée (*utilisation*) et les conditions environnementales rencontrées dans l'aire d'étude (*disponibilité*). Proposée par Hirzel *et al.* (2002) et développée par Calenge (2011), l'ENFA ne requiert pas de données d'absence. Cette méthode employée avec succès sur Vizzavona (Jimenez, 2014) offre l'intérêt de dispenser d'un lourd protocole d'échantillonnage de ces absences. Son utilisation se heurte néanmoins à certains obstacles.

*Nécessité de variables descriptives spatialisées.* La cartographie des variables écologiques sur l'aire d'étude est un prérequis indispensable à l'ENFA. Dans le cas des espaces relevant du régime forestier, l'aménagement forestier constitue une des principales ressources SIG disponibles. Suivant leur date de réalisation, les aménagements sont plus ou moins complets et détaillés. Les données SIG concernant les peuplements d'Aitone et de Valdu Niellu mises à disposition par l'ONF se sont révélées assez difficiles à exploiter. L'ampleur de la tâche ne permet pas au GCC d'envisager une telle description des massifs forestiers par ses propres moyens.

*Délimitation de l'aire d'étude.* Cette approche de la niche écologique pose la question des limites de l'espace réellement *disponible* pour les chiroptères suivis. Au premier abord, l'aire d'étude pourrait se borner au massif forestier. C'est sans compter sur les capacités de déplacement des Noctules de Leisler qui peuvent aisément rejoindre des massifs voisins, comme cela a pu être constaté en août (voir 5.3.2). Par ailleurs, il est fréquent que les aménagements forestiers se focalisent sur les séries de production, ne décrivant que partiellement des secteurs de forêt potentiellement intéressants pour les chiroptères. D'autre part, dans l'hypothèse où les Noctules occuperaient l'ensemble du massif forestier avec une ségrégation spatiale des colonies (voir 5.2.2), l'aire disponible pour un individu donné serait limitée au secteur occupé par la colonie à laquelle il appartient.

## 6 Conclusions

Les gîtes de Noctules de Leisler identifiés en Corse diffèrent sensiblement de ce que rapporte la littérature. Présentée comme fréquentant la plupart du temps des cavités naturelles de feuillus, elle occupe pourtant en grande majorité des loges dans des pins laricio. Ce type de cavités est représentatif de ce qu'offrent les peuplements forestiers des montagnes corses. Une probable explication à la préférence des Noctules pour les hêtraies matures constatée sur Vizzavona serait le caractère cavicole des feuillus, qui développent davantage de cavités naturelles que les résineux. La Noctule de Leisler montre des exigences écologiques assez peu marquées et un caractère plutôt opportuniste en termes de gîte.

La Noctule est alors principalement dépendante de l'offre en cavités arboricoles. La disponibilité en arbres à cavité apparaît nettement affectée par la dynamique sylvicole, comme cela a pu être constaté entre les forêts territoriales d'Aitone et de Valdu Niellu. Les forêts corses de pin laricio semblent disposer à l'heure actuelle d'une capacité d'accueil suffisante aux colonies de reproduction de Noctule de Leisler. Cela pourrait être mis sur le compte d'une volonté de conservation de la Sittelle corse (projet LIFE « Pour une gestion conservatoire des habitats à Pin laricio »). Les actions en faveur de la conservation de cette espèce jouent vraisemblablement au bénéfice de la Noctule de Leisler, de même que l'abondance du Pic épeiche dans les massifs forestiers.

Dans la poursuite de l'objectif de conservation des populations de chiroptères en milieu forestier, le GCC contribue à édicter des recommandations de gestion forestière à destination de l'ONF (Beuneux *et al.*, en cours de validation), par exemple la préservation des arbres gîtes connus et le respect d'une zone de quiétude aux abords de ces gîtes. Ces recommandations incluent la mise en place d'îlots de vieux bois dans les peuplements forestiers, ainsi que le maintien des arbres morts et d'arbres « bio » (à hauteur de 8 arbres/ha). La présente étude plaiderait en faveur d'îlots régulièrement dispersés sur le massif, afin de rendre possible la cohabitation de plusieurs colonies, plutôt que la mise en place d'îlots répondant à des critères très spécifiques. Des études ciblant une autre espèce arboricole pouvant présenter un préférendum écologique plus marqué, par exemple la Barbastelle d'Europe ou le Murin de Bechstein, pourraient éventuellement conduire à affiner le type d'îlots à privilégier.

Dans la continuité de cette étude, on peut envisager le suivi des colonies de reproduction de Noctules de Leisler d'un même massif forestier sur plusieurs années, dans l'idée de tendre vers une connaissance exhaustive des réseaux de gîtes des colonies. Cette connaissance détaillée pourrait permettre entre autres de confirmer ou d'infirmer le principe de ségrégation spatiale des colonies. Il semblerait que dans un objectif d'inventaire des secteurs forestiers utilisés par des colonies de reproduction de Noctules, préalable à un aménagement forestier, la multiplication des sites de capture en vue d'échantillonner un maximum de colonies soit plus productive que le suivi poussé d'une colonie en particulier (plusieurs individus sur plusieurs sessions). Un suivi moins conséquent pourrait en effet suffire à appréhender le réseau de gîte d'une colonie donnée.

## Références bibliographiques

- L. Arthur, M. Lemaire. 2009 — *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. — Paris : Muséum national d'Histoire naturelle ; Editions Biotope. — 544 p. (Publications scientifiques du muséum ; Parthénope).
- M. Barataud. 2002 — *Inventaire au détecteur d'ultrasons des Chiroptères en vallée d'Asco (Corse) et bioévaluation des peuplements forestiers à Pin laricio*. — 9 p. (Rapport d'étude).
- M. Barataud. 2012 — *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse*. — Paris : Muséum national d'Histoire naturelle ; Editions Biotope. — 344 p. (Inventaires et biodiversité).
- E. Bas, E. Bas. 2011 — *Chiroptères et naturalité des peuplements forestiers. Les chauves-souris pour inspirer un plan de restauration des forêts. Première approche*. — 50 p.
- G. Beuneux, J.-Y. Courtois, D. Rist, M. Chalbos, A. Laforge. 2015 — La Noctule de Leisler en Corse : état des connaissances sur ses zones de chasse et premiers résultats sur les arbres-gîtes fréquentés. — *Symbioses*, 34 et 35, p. 1-3.
- G. Beuneux, J.-Y. Courtois, M. Chalbos, G. Jimenez, M. Mazeaud-Bournique, D. Rist, M. Tiger, F. Torre. Non publié — Quelles forêts pour les chauves-souris en Corse ? — 8 p.
- G. Bouny, L. Tillon. 2014 — Étude de la sélection des habitats forestiers par le Murin de Bechstein en forêt domaniale de Grésigne (81, Tarn, France). — *Vespère*, 4, p. 287-296.
- C. Calenge. 2011 — *Exploratory analysis of the habitat selection by the wildlife in R : the adehabitatHS package*. — 60 p.
- M. Chalbos. 2012 — *Identification, description et cartographie des habitats de chasse de la Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri)*. — Université d'Aix Marseille ; GCC. — 36 p. et annexes (Mémoire de master).
- C. Dietz, O. von Helversen, D. Nill. 2009 — *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord*. Traduction et adaptation Marie-Jo Dubourg-Savage. — Delachaux et Niestlé. — 400 p. (Les encyclopédies du naturaliste).
- C. Dietz, O. von Helversen. — *Clé illustrée des chauves-souris d'Europe*. — Publication électronique. — 43 p.
- Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Corse. 2006 — *Le bois d'œuvre en Corse : un potentiel à valoriser*. — Agreste Corse. — 8 p.
- F. Godineau, D. Pain. 2007 — *Plan national 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 p. et 18 annexes.
- Groupe Chiroptères Corse. 2008 — *Programme d'étude sur la Grande Noctule (Nyctalus lasiopterus) en milieu forestier en Corse. Cartographie, description et conservation de ses arbres-gîtes ; étude de ses territoires de chasse. Bilan des connaissances*. — 33 p.

- Groupe Chiroptères Corse. 2011 — *Étude des chauves-souris forestières de la forêt de Valdu Niellu. Gîtes, dispersion et zones de chasse et transit.* — 17 p.
- Groupe Chiroptères Corse. 2011 — *Les chauves-souris de Corse.* — Ajaccio : Albiana. — 167 p.
- Groupe Chiroptères Corse. 2014 — *Programme Régional d'Actions en faveur des Chiroptères en milieu forestier en Corse.* — 11 p.
- Groupe Chiroptères Corse. — *Chauves-souris Corse.* — 20/03/2016 — [www.chauvesouriscorse.fr](http://www.chauvesouriscorse.fr)
- S. Guy, C. Vescovali, D. Soulé. 2005 — *Typologie descriptive des peuplements de montagne en région Corse. Pin laricio et essences associées.* — Office national des forêts. — 39 p.
- A. H. Hirzel, J. Hausser, D. Chessel, N. Perrin. 2002 — Ecological-Niche Factor Analysis : How to compute habitat-suitability maps without absence data ? — *Ecology*, 83, 7, p. 2027-2036.
- Inventaire Forestier National. 2006 — *Résultats du troisième inventaire forestier. Départements de Haute-Corse (2004) et de Corse-du-Sud (2003).* — 359 p.
- G. Jimenez. 2014 — *Amélioration des connaissances sur la Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri) en forêt de Vizzavona (Corse). Inventaire, cartographie et analyse des arbres gîtes.* — Université de Lorraine, UFR Sciences fondamentales et appliquées ; GCC. — 40 p. et annexes (Mémoire de master Environnement Écotoxicologie Ecosystèmes).
- A. Laforge. 2013 — *Localisation et caractérisation des habitats de chasse de femelles de Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri, Kuhl 1817) en période de gestation sur le Cortenais (2B) par suivi télémétrique* — Faculté des sciences de Montpellier ; GCC. — 25 p. (Mémoire de licence professionnelle Étude et Développement des Environnements Naturels).
- M. Mazeaud-Bournique. 2015 — *Amélioration des connaissances sur la Noctule de Leisler (Nyctalus leisleri) en période de mise bas et recommandations de gestion forestière. Forêt territoriale d'Aitone (Corse-du-Sud).* — Paris : École Pratique des Hautes Études ; GCC. — 19 p. et annexes (Mémoire de master Environnement et Gestion de la Biodiversité).
- Office National des Forêts. 2004 — *Aménagement forestier. Forêt territoriale d'Aitone. 2004 – 2018.* — Office national des forêts, Direction régionale de Corse. — 85 p. et cartes.
- Office National des Forêts. 2010 — *Aménagement forestier. Forêt territoriale de Valdoniellu. 2007 – 2026.* — Office national des forêts, Direction régionale de Corse. — 108 p.
- Office National des Forêts. 2011 — *Schéma Régional d'Aménagement des forêts corses.* — Office national des forêts, Direction régionale de Corse. — 249 p.
- Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères* — 31/03/2016 — [www.plan-actions-chiropteres.fr](http://www.plan-actions-chiropteres.fr)
- A.-G. Popa-Lisseaneu, F. Bontadina, O. Mora, C. Ibanez. 2007 — Highly structured fission-fusion societies in an aerial-hawking, carnivorous bat. — *Animal Behaviour*, 12 p.
- J.-C. Rameau, D. Mansion, G. Dumé, C. Gauberville. 2008 — *Flore forestière française. Guide écologique illustré. Tome 3 : Région méditerranéenne.* — Institut pour le développement forestier – CNPPF ; Ministère de l'agriculture et de la pêche – DGFAR ; AgroParisTech-ENGREF ; Inventaire forestier national.

I. Ruczynski, W. Bogdanowicz. 2005 — Roost cavity selection by *Nyctalus noctula* and *N. leisleri* (Vespertilionidae, Chiroptera) in Bialowieza Primeval Forest, Eastern Poland. — *Journal of Mammalogy*, 86, 5, p. 921-930.

D. Russo, L. Cistrone, G. Jones, S. Mazzoleni. 2004 — Roost selection by Barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*) in beech woodlands of central Italy. Consequences for conservation. — *Biological Conservation*, 117, p. 73-81.

L. Tillon. 2005 — *Gîtes sylvestres à chiroptères en forêt domaniale de Rambouillet (78) : Caractérisation dans un objectif de gestion conservatoire*. — Laboratoire de Biogéographie et d'Ecologie des Vertébrés, Montpellier E.P.H.E. (Science de la Vie et de la Terre) ; Unité de Recherche Comportement, Ecologie de la Faune Sauvage, Toulouse, I.N.R.A. (Département Forêts, Milieux aquatiques). — 106 p. et annexes (Mémoire pour l'obtention du Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes).

L. Tillon. 2008 — *Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances*. — Office national des forêts. — 88 p.

## Logiciels

Microsoft ® Office Excel 2013

QGIS Development Team. 2016 — *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project* — [www.qgis.org](http://www.qgis.org)

R Development Core Team. 2008 — *R : A language and environment for statistical computing*. — R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria — [www.R-project.org](http://www.R-project.org)

## Liste des contacts

Gregory Beuneux	GCC	Salarié	04 95 47 45 94	chauves.souris.corse@free.fr
Delphine Rist	GCC	Salariée	04 95 47 45 94	delphine.gcc@free.fr
Jean-Yves Courtois	GCC	Bénévole, ancien président		jy.courtois@free.fr
Fabrice Torre	GCC	Bénévole, président		fabrice.torre@orange.fr
Laurent Tillon	ONF, Réseau Mammifères	Chargé de mission faune biodiversité Animateur réseau mammifères		laurent.tillon@onf.fr
Aurélien Besnard	EPHE	Maître de conférences		aurelien.besnard@cefe.cnrs.fr
Yannick Pugeaut	ONF	Agent patrimonial FT Aitone		yannick.pugeaut@onf.fr
Sébastien Lebre	ONF	Agent patrimonial FT Valdu Niellu		sebastien.lebre@onf.fr

## Glossaire

Les termes figurant dans le glossaire apparaissent soulignés dans le corps du rapport.

Swarming : Comportement rappelant celui d'abeilles qui essaient. Chez les chauves-souris, il s'agit d'un regroupement des mâles et des femelles à l'automne ou à l'aube devant un gîte.

Tragus : Appendice de peau à l'entrée du pavillon auditif de nombreuses chauves-souris.

Fission-fusion : Comportement où les membres des maternités se séparent souvent, se retrouvent et se séparent à nouveau. La colonie se divise en groupes changeant constamment. Les changements de gîte interviennent fréquemment (tous les 2-3 jours pour le Murin de Bechstein).

Transpondage : Technique de marquage. Les animaux sont équipés d'une micro-capsule électromagnétique à code-barres unique injectée en sous-cutané. Un lecteur de transpondeurs permet la reconnaissance des individus marqués. Des lecteurs automatiques peuvent être notamment installés à l'entrée du gîte pour étudier le comportement des animaux.

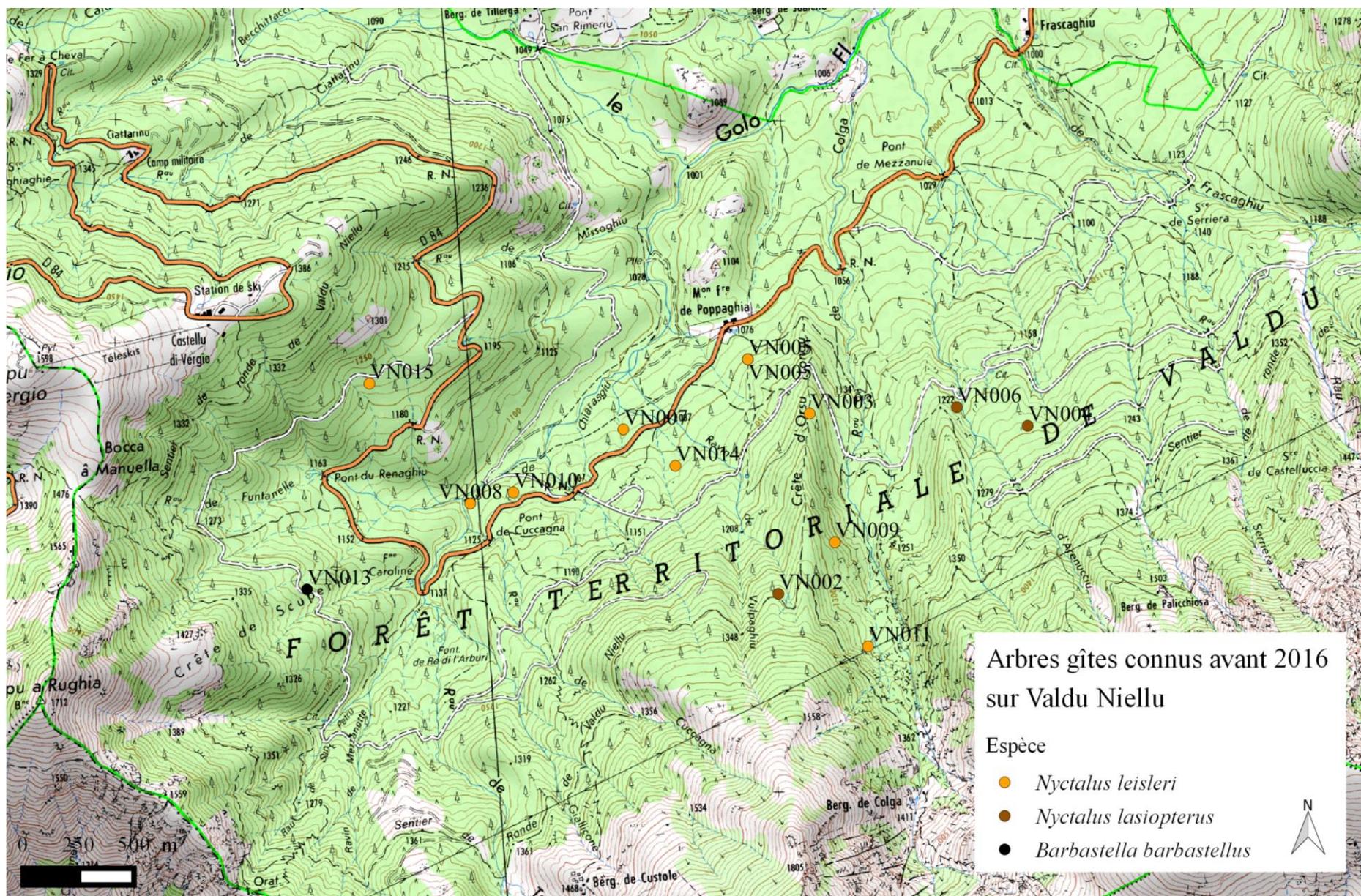
Parquet : Unité de peuplement forestier présentant une certaine homogénéité au sein d'une parcelle et pouvant constituer une unité de gestion.

Niche écologique : Hypervolume, dans l'espace multidimensionnel défini par les variables écologiques, où l'espèce peut potentiellement maintenir une population viable (d'après Hutchinson, 1957).

## Table des annexes

Annexe I — Carte des arbres gîtes identifiés à l'occasion d'études antérieures sur Valdu Niellu. _	- 53 -
Annexe II — Données biométriques relatives aux Noctules de Leisler équipées. _____	- 54 -
Annexe III — Données de suivi télémétrique des Noctules équipées aux mois de juin, juillet et août.	55
Annexe IV — Données des comptages en sortie de gîte aux mois de juin, juillet et août. _____	- 56 -
Annexe V — Fiche de description des cavités (gîtes et absences). _____	- 58 -
Annexe VI — Notice de description des cavités (gîtes et absences)._____	- 60 -
Annexe VII — Résultats des tests statistiques (sortie R)._____	- 68 -
Annexe VIII — Courbes de réponse des variables qualitatives et coefficients des variables quantitatives, modèle lié à l'environnement. _____	- 69 -
Annexe IX — Courbes de réponse des variables qualitatives et coefficients des variables quantitatives, modèle lié à l'arbre et à la cavité. _____	- 71 -
Annexe X — Modèle de régression logistique lié à l'environnement (sortie R)._____	- 73 -
Annexe XI — Modèle de régression logistique lié à l'arbre et à la cavité (sortie R)._____	- 74 -
Annexe XII — Courbes ROC des modèles finaux. _____	- 75 -
Annexe XIII — Article de presse paru dans Corse-Matin, édition du lundi 29 août 2016. _____	- 76 -

Annexe I — Carte des arbres gîtes identifiés à l'occasion d'études antérieures sur Valdu Niellu.



Annexe II — Données biométriques relatives aux Noctules de Leisler équipées.

Date	Site de capture	Heure	Espèce	Sexe	Âge	Statut repro.	Avant-bras (mm)	Poids (g)	Émetteur* (Hz)
14/06/2016	Chiarasgiu 1080		Nle	F	adulte	gestante	42,1	14,50	150255,0
16/06/2016	Chiarasgiu 1080	21:25	Nle	F	adulte	gestante	42,5	14,50	150912,0
16/06/2016	Chiarasgiu 1080	21:55	Nle	F	adulte	gestante	40,2	13,50	150018,0
16/06/2016	Chiarasgiu 1080	21:55	Nle	F	adulte	gestante	43,1	17,50	150443,0
21/06/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	gestante	45,3	15,80	150543,0
21/06/2016	Chiarasgiu 1080	22:35	Nle	F	adulte	gestante	43,1	19,00	150089,0
21/06/2016	Chiarasgiu 1080	22:35	Nle	F	adulte	gestante	42,5	16,00	150628,0
21/06/2016	Golo 1167		Nle	F	adulte	gestante			150911,0
14/07/2016	Chiarasgiu 1080		Nle	F	adulte	lactante	44,2	14,25	150894,0
17/07/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	lactante	42,5	14,50	150287,0
17/07/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	lactante	45,5	16,50	150060,0
17/07/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	lactante	45,5	16,50	150408,0
17/07/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	lactante	43,4	14,00	150528,0
17/07/2016	Chiarasgiu 1080	22:15	Nle	F	adulte	lactante	44,5	16,30	150805,0
17/07/2016	San Rimeriu 1049		Nle	F	adulte	lactante			150073,0
17/07/2016	San Rimeriu 1049		Nle	F	adulte	lactante			150342,0
07/08/2016	Chiarasgiu 1080	21:45	Nle	F	adulte	post-lactante	43,0	14,75	150121,0
14/08/2016	Colga 1170	04:35	Nle	F	adulte	post-lactante	42,1	14,00	150679,0
19/08/2016	Chiarasgiu 1080	04:30	Nle	F	adulte	post-lactante	42,6	14,50	150247,0
19/08/2016	Chiarasgiu 1080	05:00	Nle	F	juvénile	nullipare	44,3	12,40	150371,0
19/08/2016	Chiarasgiu 1080	06:00	Nle	F	adulte	post-lactante	44,5	16,50	150471,0
19/08/2016	Colga 1170	04:10	Nle	F	adulte	post-lactante	43,5	15,50	150957,0
19/08/2016	Colga 1170	05:20	Nle	F	adulte	nullipare	42,5	14,00	150870,0
22/08/2016	Chiarasgiu 1080	04:50	Nle	F	adulte	post-lactante	43,1	15,75	150786,0
22/08/2016	Chiarasgiu 1080	05:25	Nle	F	juvénile	nullipare	43,8	13,75	150555,0
23/08/2016	VN073	20:15	Nle	F	adulte	post-lactante	44,1	15,50	150532,0
23/08/2016	VN073	20:15	Nle	F	adulte	post-lactante	43,4	14,50	150179,0

\*Les fréquences indiquées sont les fréquences théoriques fabricant

N.B. : Nle 287 déjà équipée en juin

Annexe III — Données de suivi télémétrique des Noctules équipées aux mois de juin, juillet et août.

Émetteur	14/06	15/06	16/06	17/06	20/06	21/06	22/06	23/06	24/06	26/06	30/06
308	?	VN022	VN022	VN022	?	?	?	?	?	?	?
255		VN023	VN024	?	?	VN024	?	?	?	?	?
912				VN025	VN025	VN026	VN027	VN025	VN025	VN029	?
18				VN023	?	?	?	?	?	?	?
443				VN025	VN025	VN025	VN026	VN025	VN029	VN032	?
543							VN026	VN025	VN028	VN028	VN028
89							?	VN024	?	?	?
628							VN026	VN027	VN029	VN032	?
911							?	?	VN030	VN031	?

Émetteur	18/07	19/07	20/07	21/07	22/07	25/07	26/07	28/07	29/07	30/07
894	VN035	VN035	VN035	VN035	VN035					
408	VN036	VN029	VN041	VN041	VN045	VN047	VN033	VN033	VN032	VN041
287	VN033	VN039	VN039	VN027	VN027	VN049	VN049	VN039	VN056	VN056
528	VN035	VN035	VN035	VN035	VN046	VN035	VN052	VN052		
805	VN035	VN035	VN035	VN043	VN043	VN050	VN051	VN055	VN057	VN043
60	VN038	VN038	VN029	VN029	VN045	VN047	VN033	VN033	?	VN058
73	VN034	VN034	VN040	VN042	VN044	VN048	VN053	VN053	?	?
342	VN037	VN034	VN040	VN040	VN044	VN048	VN053	VN054	VN044	?

Émetteur	09/08	14/08	15/08	16/08	18/08	19/08	20/08	21/08	22/08	23/08	24/08
121	VN059	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
247						VN027	VN027	VN027	VN027	VN027	
679		VN060	VN060	VN061	VN061	VN065	VN067	?	?	?	?
371						VN063	?	?	VN073	VN074	VN074
471						?	VN068	VN068	?	?	?
870						VN064	VN064	?	VN071	VN071	?
957						VN062	VN066	VN066	VN072	?	?
555									VN069	VN069	VN075
786									VN070	VN070	VN070
532										VN073	?
179										VN073	VN074
	25/08	26/08	27/08	29/08	30/08	31/08					
121											
247											
679	?	?									
371	VN074	VN074	VN074	VN074	VN081	VN081					
471											
870	VN077	VN077	VN077	VN077	VN077	VN077					
957	?	?									
555	?	?									
786	VN076	VN076	VN076	VN079	VN079	?					
532		?									
179	VN078	VN078	VN078	VN080	?	?					

? : absence de contact

Annexe IV — Données des comptages en sortie de gîte aux mois de juin, juillet et août.

Gîte	15/06	16/06	20/06	21/06	22/06	23/06	24/06	26/06	30/06
VN021				1	1	1			
VN022	13	2	0	0	0				
VN023	9	11	12	1	1	0			
VN024			0	25	31	31	0		
VN025			32	33	24	6	26		
VN026				29	60	7	8		
VN027					1	6	0		1
VN028							24		0
VN029							5		
VN030							7		
VN031								"1"	
VN032								"2"	2

"" : nombre  
d'émetteurs  
dans le gîte

Gîte	18/07	19/07	20/07	21/07	22/07	25/07	26/07	28/07	29/07	30/07
VN025				0						
VN026			10		0					
VN027				2	4					
VN029		10	23	11						
VN032									18	
VN033	25	0					"2"	21		
VN034	5	15								
VN035	25	20	29	7	0					
VN036	4	0								
VN037	32	0								
VN038		11	0							
VN039		3	6					4		
VN040			34	24						
VN041			8	19	0					"1"
VN042				11						
VN043				2	6					"1"
VN044					21				"1"	
VN045					11					
VN046					7					
VN047						"2"				
VN048						"2"				
VN049						"1"	"1"			
VN050						38				
VN051							"1"			
VN052							"1"	0		
VN053							"2"	"1"		
VN054								"1"		
VN055								"1"		
VN056									2	"1"
VN057									26	
VN058										"1"

Annexe IV — Données des comptages en sortie de gîte aux mois de juin, juillet et août.

Gîte	09/08	14/08	15/08	19/08	20/08	21/08	22/08	23/08	24/08	25/08	26/08	29/08	30/08	31/08
VN025								0						
VN026								0						
VN029								0						
VN035								0						
VN046								0						
VN027							6							
VN059	"1"													
VN060		"1"	"1"							0				
VN061											3			
VN062				"1"										
VN063									7	0				
VN064									2					
VN065				"1"										
VN066					"1"	"1"				0				
VN067					"1"				0					
VN068										5				
VN069							30	29	0	4	0			
VN070							5	1	1					
VN071							2	2	3	1				
VN072							34	37	35	39	34			
VN073							11	11						
VN074								16	20	14	17			
VN075									39	24	2			
VN076										2	2			
VN077										2	1			
VN078										2	1			
VN079												"1"	"1"	
VN080												"1"		
VN081													"1"	"1"

FICHE DESCRIPTIVE GITES ET ABSENCES - ETUDE NOCTULE DE LEISLER - 2016

gîte

absence

Site  Colonie  N° gîte \* / N° maille  N° arbre   
 X  Y  (Lambert 93) Altitude (m)   
 Date de découverte \*  Date de description   
 Auteur de la découverte \*  Auteur de la description   
 Nature de l'observation \*  cavité observée  arbre confirmé  incertaine  Grimpé  
 Mode d'observation

<i>Nyctalus leisleri</i>	Occupation *	<input type="checkbox"/> juin	<input type="checkbox"/> juillet	<input type="checkbox"/> août
	Statut repro *	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Nb d'émetteurs *	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	N° émetteurs *	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
...	Occupation *	<input type="checkbox"/> juin	<input type="checkbox"/> juillet	<input type="checkbox"/> août
	Statut repro *	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
...	Occupation *	<input type="checkbox"/> juin	<input type="checkbox"/> juillet	<input type="checkbox"/> août
	Statut repro *	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Effectif max observé \*     
 Date de l'observation \*     
 Mode d'observation \*  comptage  comptage  comptage  
 émetteurs  émetteurs  émetteurs

Essence   résineux  feuillu Diamètre (cm)   
 Type d'arbre (code)  Stade de vitalité (code)  à 1,30 m   
 Statut social (code)  Voisinage (code)  à hauteur de l'entrée   
 Branchaison (code)  Stature (code)   mesuré  estimé  
 Volume houppier (code)  Présence de  
 Densité houppier (code)   Ecoulements Hauteur (m)   
 Nombre de cavités de l'arbre  Excroissances de l'entrée de la cavité   
 loges  Vrille de la base du houppier   
 fentes  Polypores de l'arbre   
 bois carié  Galeries de la strate dominante   
 écorces décollées d'insectes

Origine de la cavité (typo)  Orientation de l'entrée (degrés)   
 Position de la cavité sur l'arbre (code)   
 Etat sanitaire au niveau de la cavité  vivant  mort Nombre d'entrées   
 Encombrement devant l'entrée de la cavité (cône)

Recouvrement entre 0 et 5 m (%)  (code)   
 Distance à l'obstacle le plus proche (m)

Commentaires :

Nombre d'arbres à cavité (dans un rayon de 30 m)   
 Présence (dans un rayon de 50m)  
 de lisière si oui : (code)   
 de route  
 d'eau si oui :  abreuvoir  intérêt trophique  
 permanent  temporaire  ?

Annexe V — Fiche de description des cavités (gîtes et absences).

Situation topographique (typo)

Type de peuplement  futaie  taillis sous futaie  taillis  coupe

Nombre de tiges PER (10-15) PB (20-25) BM (30-45) GB (50-60) TGB (65-75) TTGB (80+) Ø max

	PER (10-15)	PB (20-25)	BM (30-45)	GB (50-60)	TGB (65-75)	TTGB (80+)	Ø max
<i>Pin laricio</i>							
...							
...							
...							
...							
...							

Surface terrière Buisson. (0-3 m) Arbust. (3-6 m) Arbo. basse (6-18 m) Arbo. haute (>18 m)

	Buisson. (0-3 m)	Arbust. (3-6 m)	Arbo. basse (6-18 m)	Arbo. haute (>18 m)
<i>Pin laricio</i>				
...				
...				
...				
...				
...				

Recouvrement (%)  (code)

Présence de  semis  gaules  maquis

Ouverture du peuplement (lumière au sol) (%)  (code)

Linéaire de bois mort	PB (20-25)	BM (30-45)	GB (50-60)	TGB (65-75)	TTGB (80+)
bois mort debout					
bois mort gisant					

Commentaires :

## Notice

pour la description des gîtes et absences de Noctule de Leisler  
version 2016

### **Protocole de description**

Dans le cas d'une **donnée absence**, l'observateur navigue dans un premier temps au GPS vers le **point théorique**, défini au préalable sous SIG (se munir des coordonnées de ces mailles théoriques). Une fois atteint, on recherche l'arbre à cavité **le plus proche du point théorique**, portant au moins une **cavité propice** aux Noctules de Leisler, dans un **rayon de 100 m** autour de ce point. Si aucune cavité favorable n'est rencontrée dans les 100 m, on n'effectue pas de relevé.

Comme cavités favorables, on retient toutes sortes de cavités qui puissent abriter une Leisler, même celles qui ne semblent a priori pas idéales pour l'espèce.

*Sélection de l'arbre à cavité à décrire (donnée absence).* La recherche de cavité se fait aux jumelles, en parcourant le peuplement et sans se contenter d'un seul point de vue. **Un soin tout particulier doit être porté à l'examen des arbres vivants**, les cavités y étant plus difficiles à discerner.

*Sélection de la cavité à décrire (donnée absence).* La cavité décrite doit être propice aux Leisler. Parmi les cavités disponibles portées par l'arbre, on effectue un **tirage au sort** (jet de dés) de la cavité à décrire : dans un premier temps le **type de cavité** (si l'arbre porte des cavités de différentes origines : loges/fente/bois carié/écorces décollées) et dans un second temps la **cavité** parmi celles du type tiré au sort.

*Entrée de la cavité.* Dans le cas des données d'absence, on fait l'hypothèse que une entrée = une cavité. Dans le cas d'un gîte pour lequel plusieurs entrées ont été identifiées, on décrit l'entrée qui semble principale ou la plus utilisée (d'après comptages en sortie de gîte), sinon on tire au sort l'une des entrées.

Sauf indication contraire, les relevés liés à l'environnement du gîte (ou de la cavité) sont effectués sur une placette de **15 m de rayon**, centrée sur l'arbre décrit.

### **Matériel nécessaire à la description**

- Jumelles
- GPS
- Jeu de dés
- Mètre ruban / Topofil / Vertex / Mètre laser
- Compas forestier
- Relascope
- Clinomètre Suunto
- Boussole

### **Fiche descriptive gîtes et absences**

Préciser le type de donnée relevée : *gîte / absence*. Les **champs marqués d'un astérisque (\*)** sont à compléter **uniquement dans le cas d'une description de gîte**.

Les **zones grisées** signalent des champs à remplir.

Les /o à cocher signalent des choix multiples (plusieurs options possibles/une seule option possible).

Dans le cas d'une **indétermination**, les champs sont laissés vides.

Site forestier

Nom du massif forestier. Préciser éventuellement le statut : forêt territoriale (FT), forêt communale (FC)

Colonie

Nom de la colonie.

Numéro du gîte \* / Numéro de la maille

Dans le cas d'un gîte : numéro du gîte.

Dans le cas d'une absence : numéro du point théorique défini sous SIG.

Numéro de l'arbre

Identifiant unique de l'arbre pour le site forestier. Numéro à 3 chiffres.

Coordonnées (X, Y)

Les coordonnées doivent être relevées dans le **système de coordonnées projeté Lambert 93**.

Altitude            *unités : m*            *précision : ±50 m*

Date de découverte \*, Auteur de la découverte \*

Date à laquelle le gîte a été identifié et par qui (+ éventuellement, personne ayant confirmé le gîte).

Date de description, Auteur de la description

Date de remplissage de la fiche et son auteur.

Nature de l'observation \*

*cavité observée* : gîte localisé précisément sur l'arbre

*arbre confirmé* : arbre identifié avec certitude comme arbre gîte mais gîte non localisé sur l'arbre

*incertitude* : incertitude sur l'arbre portant le gîte

Grimpé

Cocher si l'arbre a été grimpé pour accéder à la cavité

Mode d'observation

Description des techniques mises en œuvre dans la découverte et le suivi de l'arbre.

*Exemples* : découverte fortuite, télémétrie, mouchard, comptage en sortie de gîte, comptage avec détecteur, capture en sortie de gîte, inspection de la cavité, comptage au gîte, description et mesures de la cavité, etc.

Occupation \* /espèce

Sessions de terrain au cours desquelles le gîte a été occupé par l'espèce : *juin / juillet / août*.

Statut reproducteur /espèce /session

*mâle(s) / femelle(s) gestante(s) / femelle(s) lactante(s) / femelles gestantes et femelles lactantes*

Statut reproducteur des individus occupant le gîte, d'après les individus équipés d'émetteur ou les individus capturés en sortie de gîte.

Nombre d'émetteurs /session

Nombre total d'individus équipés d'émetteur ayant occupé le gîte au cours de la session.

Numéros des émetteurs /session

Numéros des émetteurs des individus ayant occupé le gîte au cours de la session.

Effectif maximum observé /session

Nombre maximum d'individus ayant occupé simultanément le gîte au cours de la session.

Date de l'observation /session

Date à laquelle l'effectif maximum du gîte a été enregistré.

Mode d'observation /session

*comptage / émetteurs*

Indique si l'effectif maximum enregistré est issu d'un comptage effectué en sortie de gîte ou s'il s'agit du nombre maximum d'individus équipés d'émetteur ayant occupé simultanément le gîte.

Essence

Essence de l'arbre gîte/à cavité. Si l'essence est indéterminée, préciser uniquement *résineux / feuillu*.

Diamètre à 1,30 m unités : cm précision :  $\pm 0,5$  cm

Mesure du diamètre de l'arbre à hauteur de poitrine, au compas forestier. Prendre deux mesures en croix puis faire la moyenne. Si le terrain est pentu, prendre la mesure depuis l'amont de l'arbre.

Diamètre à hauteur de l'entrée de la cavité unités : cm précision :  $\pm 5$  cm

Préciser si le diamètre a été mesuré au compas forestier (cavité accessible ou arbre grimpé) ou s'il a été estimé à vue depuis le sol : *mesuré / estimé*.

Hauteur de l'entrée de la cavité unités : m précision :  $\pm 0,5$  m

Mesure prise entre le sol et la base de l'entrée de la cavité, au dendromètre. Contrôler que la pente entre l'observateur et l'arbre soit inférieure à 30%.

Hauteur de la base du houppier unités : m précision :  $\pm 0,5$  m

Mesure prise entre le sol et les premières branches **feuillues**, au dendromètre. Pas de mesure si chandelle ou arbre mort. Contrôler que la pente entre l'observateur et l'arbre soit inférieure à 30%.

Hauteur de l'arbre unités : m précision :  $\pm 0,5$  m

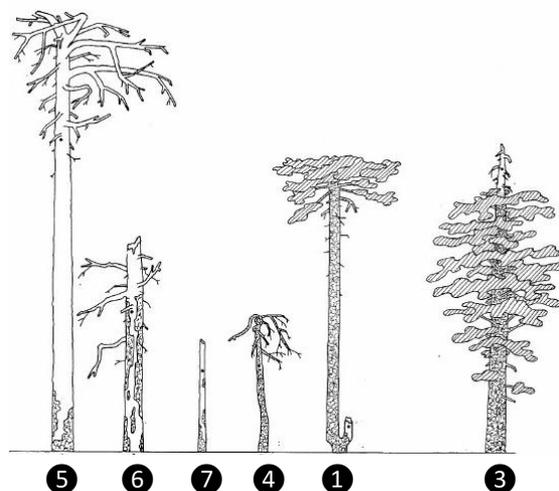
Mesure prise entre le sol et le point culminant du houppier, au dendromètre. Contrôler que la pente entre l'observateur et l'arbre soit inférieure à 30%.

Hauteur de la strate dominante unités : m précision :  $\pm 0,5$  m

Mesure de la **hauteur du second plus grand arbre de la placette** (15 m de rayon), au dendromètre. Contrôler que la pente entre l'observateur et l'arbre soit inférieure à 30%.

Type d'arbre

- ① arbre vivant
- ② arbre vivant foudroyé
- ③ arbre vivant avec plateau (descente de cime)
- ④ arbre mort avec écorce
- ⑤ arbre mort plus ou moins écorcé
- ⑥ chandelle plus ou moins écorcée
- ⑦ chandelle de type "poteau téléphonique"



#### Stade de vitalité-décomposition

- ① *sain*
- ② *dépérissant* : arbre ayant au moins ¼ de son houppier en bois mort
- ③ *mort* : aucun bourgeon vivant
- ④ *mort avec dégradation corticale*
- ⑤ *mort avec cœur altéré*
- ⑥ *dégradation ultime*

#### Statut social

Accès du houppier à la lumière.

- ① *chandelle*
- ② *dominé* : houppier ayant un accès restreint à la lumière
- ③ *co-dominant*
- ④ *dominant* : houppier ayant accès à la lumière dans sa totalité

#### Voisinage

Distance à l'arbre (précomptable) le plus proche.

- ① *arbre isolé*
- ② *voisinage lâche* : > 5 m
- ③ *voisinage étroit* : 3 à 5 m
- ④ *gainage* : < 3 m

#### Stature

- ① *droit*
- ② *penché* : d'environ 15° ou plus
- ③ *encroué* : appuyé sur un autre arbre

#### Branchaison

Nombre et densité de branches du houppier. Voir référentiel photo pour l'appréciation de la branchaison.

- ① *aucune branche* : chandelle
- ② *peu branchu*
- ③ *moyennement branchu*
- ④ *très branchu*

#### Volume du houppier

Extension du houppier en largeur et hauteur. Voir référentiel photo pour l'appréciation du volume du houppier.

- ① *absent* : chandelle
- ② *étriqué*
- ③ *moyen*
- ④ *développé*

#### Densité du houppier

Transparence du houppier, état du feuillage. Prend en considération le caractère « complet » du houppier, les creux et fenêtres dans le feuillage dus aux branches mortes. Voir référentiel photo pour l'appréciation de la densité du houppier.

- ① *absent* : chandelle ou arbre mort
- ② *quasiment absent*
- ③ *épars*
- ④ *dense*

Présence d'Écoulements, Excroissances, Vrille, Polypores, Galeries d'insectes

Cocher si présence d'écoulements / excroissances / vrille / polypores / galeries d'insectes dans le bois.

Nombre de cavités de l'arbre /origine

Nombre de loges, fentes, bois carié, écorces décollées propices à la Leisler portées par l'arbre, **cavité décrite incluse**. Compter jusqu'à **9 cavités** par origine distincte, au-delà indiquer 9+.

Origine de la cavité

Gîte/Cavité décrite uniquement. Renseigner de préférence la typologie détaillée, sinon la typologie simplifiée.

<b>Typologie simplifiée</b>	<b>Typologie détaillée</b>	<b>Description</b>
Loge	Loge de pic épeiche	Trou de 5-7 cm de diamètre
	Loge de sittelle	Trou ovale sur chandelle ou arbre mort écorcé
Fente	Aubier décollé	
	Trait de foudre	
	Gélivure	
	Fourche	Soudure entre branche et tronc, dédoublement de cime
	Bourrelet cicatriciel	Cicatrice de blessure, branche cassée
Bois carié	Echardes	Bris de charpentièrre
	Carie	Base de branche morte ou cassée avec bois carié
	Cavité à terreau	Cavité remontante sur tronc ou charpentièrre
Ecorce décollée	Cavité de pied	Cavité remontante
	Ecorce décollée	Surface minimale A4, décollement > 1 cm, écorce accrochée au tronc de préférence par sa partie haute

Si autre, préciser.

Orientation de l'entrée de la cavité unités : degrés précision : ±5 degrés

Mesure de l'azimut Nord, à la boussole. La prise de mesure est réalisée en faisant face à l'entrée de la cavité, mais **l'orientation est mesurée dans le sens de la sortie** des individus. Si la boussole utilisée est en grades, **préciser l'unité de mesure**.

Nombre d'entrées

Uniquement si la cavité a été inspectée, nombre d'ouvertures permettant l'entrée et la sortie d'individus.

Position de la cavité sur l'arbre

- ① sur le tronc sous le houppier
- ② sur le tronc dans le houppier
- ③ sur le tronc au-dessus du houppier
- ④ sur une charpentièrre ou une branche

Etat sanitaire au niveau de la cavité

vivant / mort

Encombrement entre 0 et 5 m devant l'entrée de la cavité unités : % précision : ±5 %

Estimation du recouvrement des obstacles (feuillage, branches, etc.) dans un cône en sortie de cavité.

Indiquer un pourcentage de recouvrement et/ou une classe :

① 0 % : aucun obstacle à moins de 5 m

② 0 à 5 %

- ② 5 à 25 %
- ③ 25 à 50 %
- ④ 50 à 75 %
- ⑤ > 75 %

Distance à l'obstacle le plus proche unités : m précision :  $\pm 0,5$  m

Distance entre l'entrée de la cavité et le premier obstacle (feuillage, branches, etc.) rencontré en sortie de cavité. Mesure à vue, uniquement **si obstacle à moins de 5 m**.

Nombre d'arbres à cavité (dans un rayon de 30 m)

Nombre d'arbres portant au moins une cavité propice à la Leisler, dans un rayon de 30 m autour de l'arbre décrit, **arbre décrit inclus**. On ne prend en compte que les cavités visibles aux jumelles depuis le centre de la placette, sans réaliser de prospection des cavités qui ne seraient pas dans le champ de vision.

Présence de lisière (dans un rayon de 50 m)

Cocher si présence de lisière et le cas échéant, préciser la nature :

- ① rupture dans la structure verticale du peuplement
- ② piste ou chemin forestier
- ③ lisière avec milieu ouvert

Présence de route (dans un rayon de 50 m)

Cocher si présence de route avec de la circulation.

Présence d'eau (dans un rayon de 50 m)

Cocher si présence d'un point d'eau et le cas échéant, préciser s'il peut servir d'*abreuvoir*, s'il présente un *intérêt trophique*, ainsi que son caractère : *permanent* / *temporaire* / *inconnu*

Situation topographique

*plaine*

*talweg ou fond de vallon*

*versant*

*ligne de crête ou plateau*

autre : préciser

Type de peuplement

*futaie* / *taillis sous futaie* / *taillis* / *coupe*

Nombre de tiges /essence /classe de diamètre

Inventaire pied à pied du nombre de tiges sur la placette (15 m de rayon). **Diamètre précomptable : 7,5 cm. Arbres vivants** uniquement. **Arbre décrit inclus si vivant**.

Classe de $\varnothing$	Perche (PER)	Petit bois (PB)	Bois moyen (BM)	Gros bois (GB)	Très gros bois (TGB)	Très très gros bois (TTGB)
Diamètre (cm)	7,5 à 17,5	17,5 à 27,5	27,5 à 47,5	47,5 à 62,5	62,5 à 77,5	> 77,5

Diamètre maximum /essence unités : cm précision :  $\pm 0,5$  cm

Mesure du diamètre du plus gros arbre vivant de chaque essence sur la placette à hauteur de poitrine, au compas forestier. Prendre deux mesures en croix puis faire la moyenne. Si le terrain est pentu, prendre la mesure depuis l'amont de l'arbre.

Surface terrière /strate de végétation

Tour relascopique. **Diamètre précomptable : 7,5 cm. Arbres vivants uniquement. Arbre décrit inclus si vivant.**

Strate de végétation	Buissonnante	Arbustive	Arborée basse	Arborée haute
Hauteur (m)	0 à 3	3 à 6	6 à 18	> 18

Recouvrement /strate de végétation unités : % précision :  $\pm 5$  %

Estimation du recouvrement de la strate végétale. Indiquer un pourcentage de recouvrement et/ou une classe :

- ① < 20 %
- ② 20 à 40 %
- ③ 40 à 60 %
- ④ 60 à 80 %
- ⑤ > 80 %

Présence de semis, gaules, maquis

Cocher si présence de régénération / maquis dans la strate correspondante.

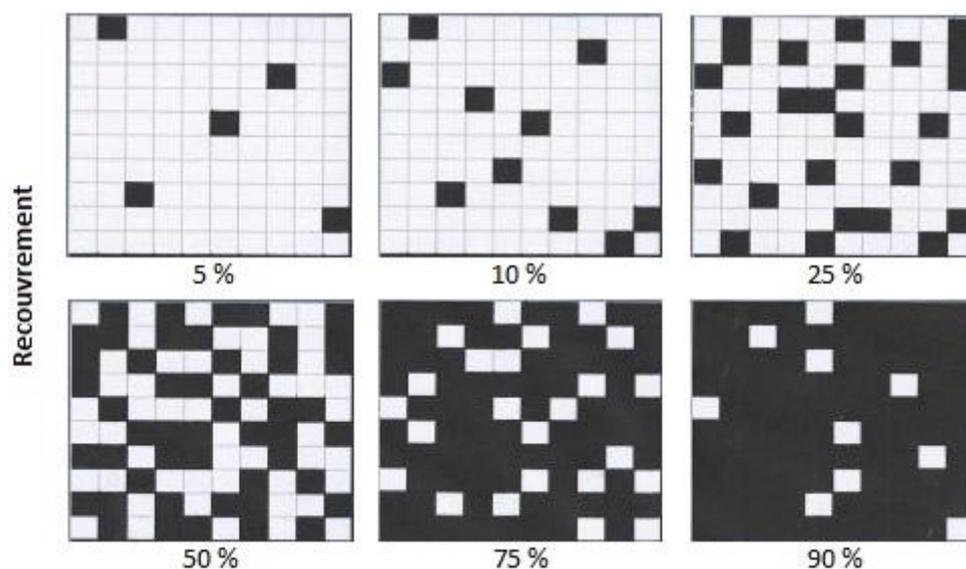
Ouverture du peuplement unités : % précision :  $\pm 5$  %

Estimation du pourcentage de lumière au sol, complémentaire du recouvrement de la végétation (toutes strates confondues). Indiquer un pourcentage de recouvrement et/ou une classe :

- ① < 20 %
- ② 20 à 40 %
- ③ 40 à 60 %
- ④ 60 à 80 %
- ⑤ > 80 %

Linéaire de bois mort debout/gisant /classe de diamètre unités : m précision :  $\pm 2,5$  m

Hauteur cumulée de bois mort debout et longueur cumulée de bois mort au sol, par classe de diamètre de la bille de bois (diamètre mesuré à 1,30m pour le bois mort debout et à l'extrémité la plus large pour les pièces de bois mort au sol). Ne comptabiliser que les tronçons de bois mort de **diamètre supérieur à 17,5 cm.**



**Récapitulatif des typologies et codes**

Type d'arbre

- ① arbre vivant
- ② arbre vivant foudroyé
- ③ arbre vivant avec plateau (descente de cime)
- ④ arbre mort avec écorce
- ⑤ arbre mort ± écorcé
- ⑥ chandelle ± écorcée
- ⑦ chandelle de type "poteau téléphonique"

Stade de vitalité

- ① sain
- ② dépérissant
- ③ mort
- ④ dégradation corticale
- ⑤ cœur altéré
- ⑥ dégradation ultime

Statut social

- ① chandelle
- ② dominé
- ③ co-dominant
- ④ dominant

Voisinage

- ① arbre isolé
- ② voisinage lâche : > 5 m
- ③ voisinage étroit : 3 à 5 m
- ④ gainage : < 3 m

Stature

- ① droit
- ② penché : environ 15° ou +
- ③ encroué

Branchaison

- ① aucune branche : chandelle
- ② peu branchu
- ③ moyennement branchu
- ④ très branchu

Volume du houppier

- ① absent : chandelle
- ② étriqué
- ③ moyen
- ④ développé

Densité du houppier

- ① absent : chandelle ou mort
- ② quasiment absent
- ③ épars
- ④ dense

Position sur l'arbre

- ① tronc sous le houppier
- ② tronc dans le houppier
- ③ tronc au-dessus du houppier
- ④ charpentière ou branche

Recouvrement entre 0 et 5 m

- ① 0 %
- ② 0 à 5 %
- ③ 5 à 25 %
- ④ 25 à 50 %
- ⑤ 50 à 75 %
- ⑥ > 75 %

Présence de lisière

- ① rupture dans la structure verticale du peuplement
- ② piste ou chemin forestier
- ③ lisière avec milieu ouvert

Situation topographique

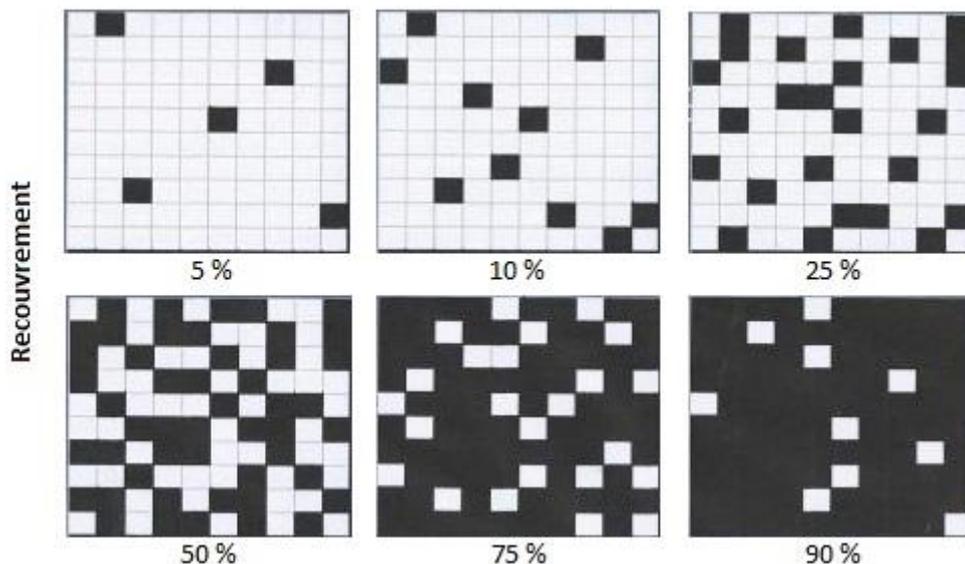
- plaine
- talweg ou fond de vallon
- versant
- ligne de crête ou plateau
- autre : préciser

Recouvrement

- ① < 20 %
- ② 20 à 40 %
- ③ 40 à 60 %
- ④ 60 à 80 %
- ⑤ > 80 %

Ouverture du peuplement

- ① < 20 %
- ② 20 à 40 %
- ③ 40 à 60 %
- ④ 60 à 80 %
- ⑤ > 80 %



Annexe VII — Résultats des tests statistiques (sortie R).

	type	p_value	significativité
distance_barycentre	numeric	1.831629e-05	***
penne	numeric	2.253169e-05	***
classement	factor	8.570596e-05	***
diametre_1m30	numeric	1.828658e-04	***
hauteur_entree	numeric	2.024217e-04	***
hauteur_entree_strate	numeric	8.145098e-04	***
hauteur_arbre	numeric	8.453921e-04	***
ess	factor	2.137854e-03	**
lisiere_code	factor	6.881465e-03	**
altitude_mnt	numeric	1.735310e-02	*
statut_social_NA	factor	2.908334e-02	*
trophique	factor	5.761342e-02	.
position	factor	6.278405e-02	.
route	factor	7.081301e-02	.
volume_houppier	factor	7.286549e-02	.
cos_orientation	numeric	8.942815e-02	.
volume_gisant	numeric	1.126183e-01	
sin_exposition	numeric	1.256514e-01	
distance_cavite	numeric	1.524942e-01	
voisinage	factor	1.626385e-01	
pot_arbres_cavite	factor	2.035639e-01	
pot_cavites	factor	2.115371e-01	
cos_exposition	numeric	2.287064e-01	
topographie	factor	2.570708e-01	
TTGB_.N	numeric	2.714445e-01	
TGB_.N	numeric	3.220205e-01	
abreuvoir	factor	3.262870e-01	
ouverture	numeric	3.404004e-01	
galeries	factor	3.502134e-01	
loges	factor	3.572565e-01	
vieillissement	numeric	3.751844e-01	
nbtot_tiges_ha	numeric	3.867730e-01	
stade_vitalite	factor	3.890376e-01	
recouv_arboh	numeric	3.955420e-01	
ess_dominante_.G	factor	4.028958e-01	
gtot_m2_ha	numeric	4.094050e-01	
BM_.N	numeric	4.146541e-01	
hauteur_entree_arbre	numeric	4.195943e-01	
heterogeneite_verticale	numeric	4.291282e-01	
bois_carie	factor	4.415017e-01	
PB_.N	numeric	4.437989e-01	
volume_debout	numeric	4.613932e-01	
station_simplifie	factor	4.755136e-01	
recouv_arbu	numeric	5.107164e-01	
sin_orientation	numeric	5.133633e-01	
orientation_pente	factor	5.196627e-01	
GB_.N	numeric	5.215173e-01	
etat_cavite	factor	5.538237e-01	
recouv_arbob	numeric	6.366764e-01	
nb_strates	numeric	6.517536e-01	
distance_gite	numeric	7.775138e-01	
diversite_ess	numeric	7.875798e-01	
hauteur_strate	numeric	7.901213e-01	
origine_simplifie	factor	8.124389e-01	
recouv_buiss	numeric	8.829476e-01	
encombrement_simplifie	factor	8.838750e-01	
composition_simplifie	factor	9.443698e-01	
structure_simplifie	factor	9.477491e-01	
diametre_max	numeric	9.927549e-01	
polypores	factor	1.000000e+00	
fentes	factor	1.000000e+00	
ecorces	factor	1.000000e+00	

Figure a — Courbe de réponse de la variable « taux de recouvrement de la strate arborée basse ». Les points correspondent aux cavités décrites, en rouge les gîtes (probabilité de présence égale à 1) et en noir les absences (probabilité de présence égale à 0). La courbe représente la probabilité de présence calculée d'après le modèle {constante} + recouvrement, en fonction du recouvrement.

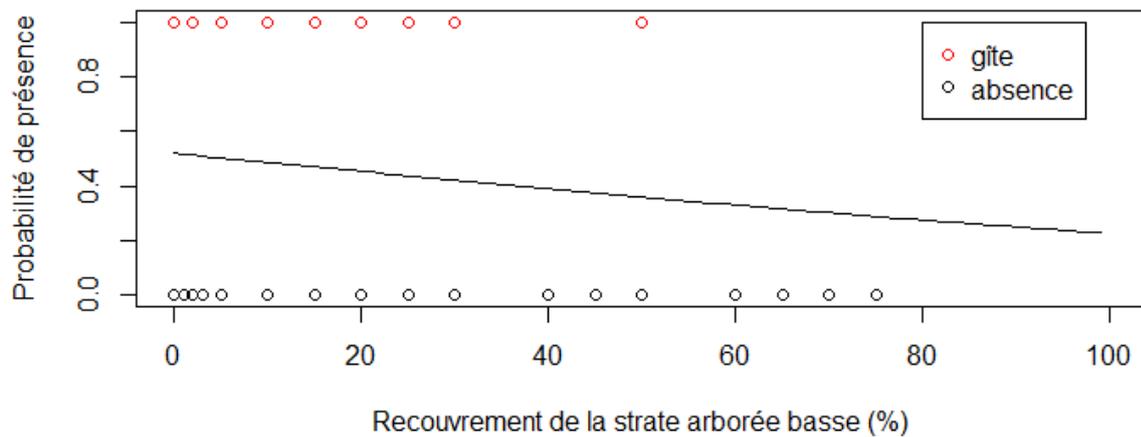


Figure b — Coefficients associés aux différentes modalités de la variable « lisière » dans le modèle {constante} + recouvrement + lisière. La modalité « absence de lisière » est la modalité de référence (coefficient égal à 0).

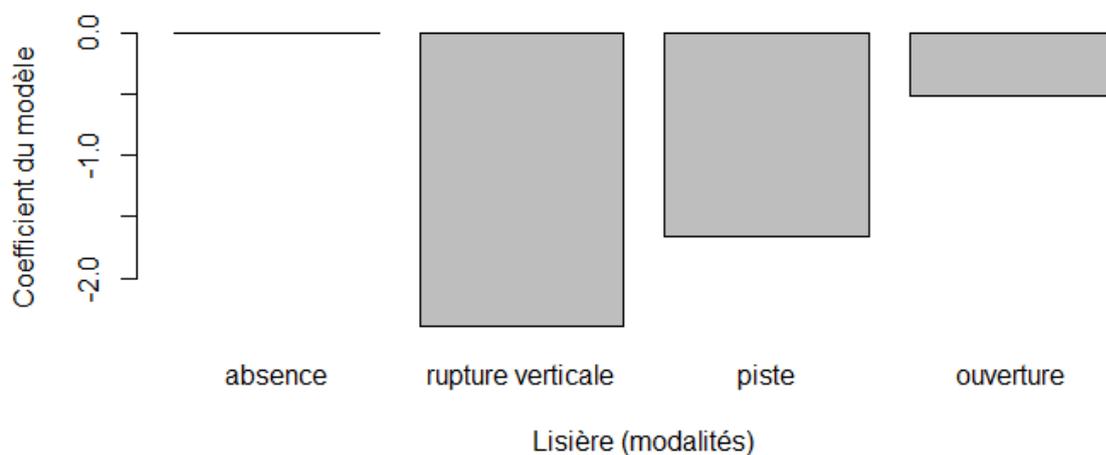


Figure c — Courbe de réponse de la variable « sinus de l'exposition ». Les points représentent la probabilité de présence prédite d'après le modèle {constante} + recouvrement + lisière pour chaque cavité décrite. Les points en rouge correspondent à une présence effective de Noctules dans la cavité. La courbe représente la probabilité de présence calculée d'après le modèle {constante} + recouvrement + lisière + sinus de l'exposition, en prenant la valeur moyenne de recouvrement observée et la modalité de référence « absence de lisière », en fonction du sinus de l'exposition.

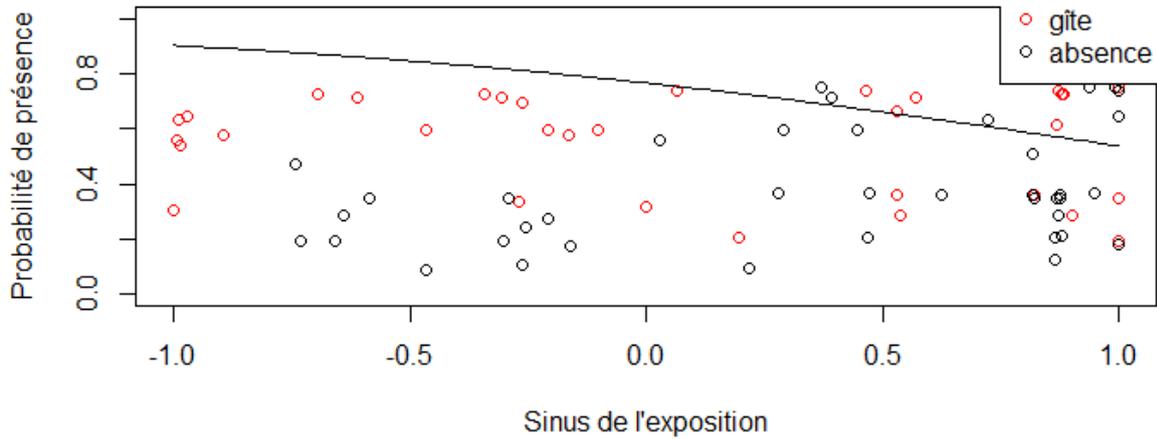


Figure a — Courbe de réponse de la variable « hauteur de l'entrée de la cavité ». Les points correspondent aux cavités décrites, en rouge les gîtes (probabilité de présence égale à 1) et en noir les absences (probabilité de présence égale à 0). La courbe représente la probabilité de présence calculée d'après le modèle {constante} + hauteur, en fonction de la hauteur.

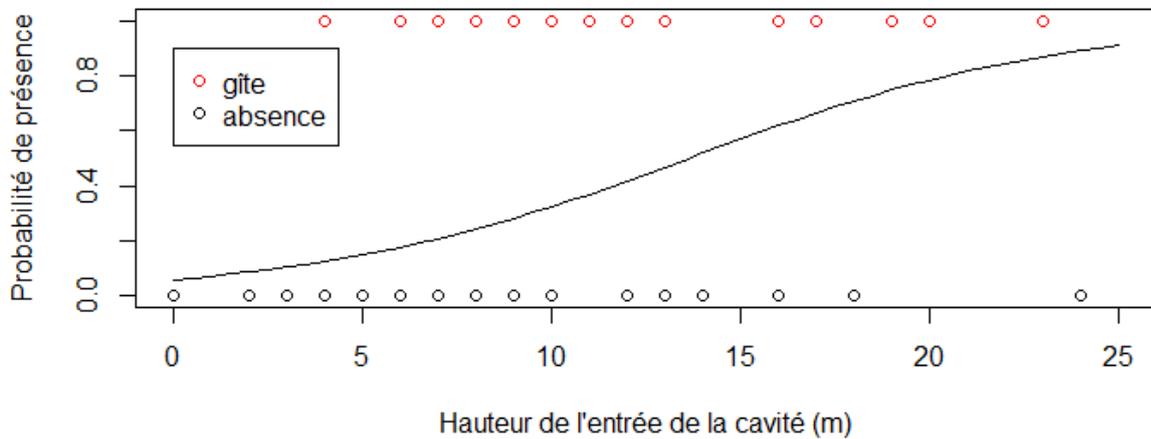


Figure b — Coefficients associés aux différentes modalités de la variable « voisinage » dans le modèle {constante} + hauteur + voisinage. La modalité « voisinage lâche » est la modalité de référence (coefficient égal à 0).

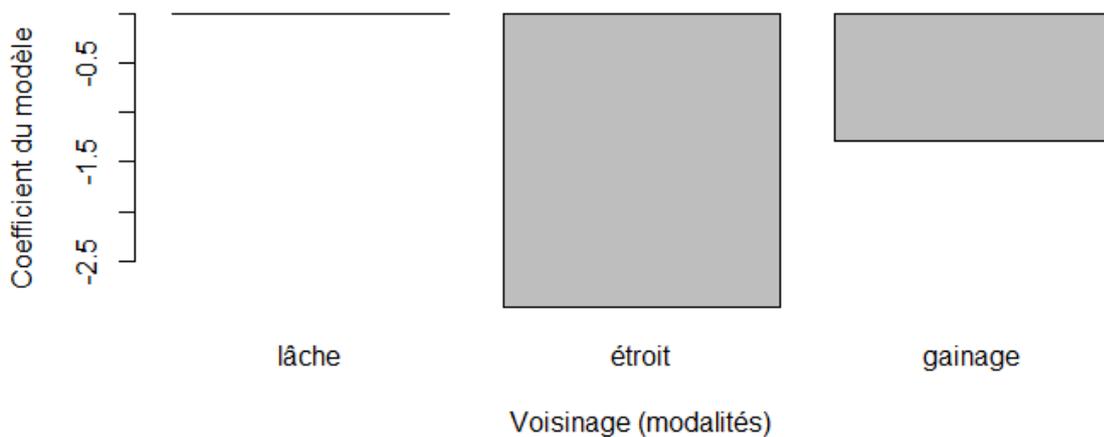
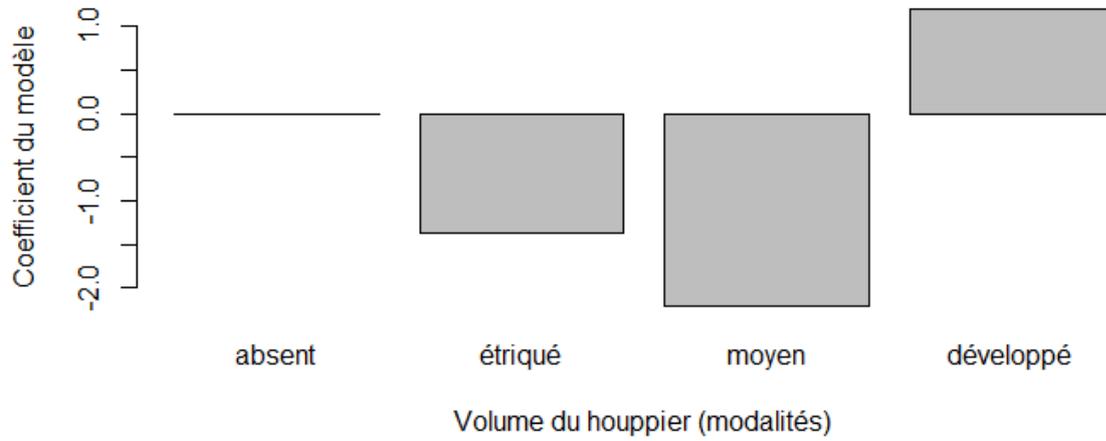


Figure c — Coefficients associés aux différentes modalités de la variable « volume du houppier » dans le modèle {constante} + hauteur + voisinage + volume du houppier. La modalité « absence de houppier » est la modalité de référence (coefficient égal à 0).



```
> glm.environnement = glm(gite_abs ~
+   recouv_arbob
+   + lisiere_code
+   + sin_exposition,
+   family = binomial, data = BD)
> summary(glm.environnement)
Call:
glm(formula = gite_abs ~ recouv_arbob + lisiere_code + sin_exposition,
    family = binomial, data = BD)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.7597	-0.9242	-0.3700	0.9194	2.1575

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	1.69427	0.64142	2.641	0.00826	**
recouv_arbob	-0.02699	0.01672	-1.614	0.10645	
lisiere_code1	-2.61289	0.95583	-2.734	0.00626	**
lisiere_code2	-1.75795	0.66443	-2.646	0.00815	**
lisiere_code3	-0.98339	0.81751	-1.203	0.22901	
sin_exposition	-1.03651	0.47085	-2.201	0.02771	*

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 99.313 on 71 degrees of freedom  
Residual deviance: 80.338 on 66 degrees of freedom  
AIC: 92.338

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```
> anova(glm.environnement, test="Chisq")
Analysis of Deviance Table
```

Model: binomial, link: logit

Response: gite\_abs

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			71	99.313	
recouv_arbob	1	1.1494	70	98.163	0.28368
lisiere_code	3	12.5046	67	85.659	0.00584 **
sin_exposition	1	5.3203	66	80.338	0.02108 *

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> Anova(glm.environnement, type = 2)
Analysis of Deviance Table (Type II tests)
```

Response: gite\_abs

	LR	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
recouv_arbob	2.9026	1	0.08844	.
lisiere_code	12.5835	3	0.00563	**
sin_exposition	5.3203	1	0.02108	*

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

> glm.arbre = glm(gite_abs ~
+               hauteur_entree
+               + voisinage
+               + volume_houppier,
+               family = binomial, data = BD)
> summary(glm.arbre)
Call:
glm(formula = gite_abs ~ hauteur_entree + voisinage + volume_houppier,
    family = binomial, data = BD)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.3191 -0.6412 -0.2598  0.4918  2.0011

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   -3.0859     1.1195  -2.756 0.005844 **
hauteur_entree  0.4089     0.1152   3.550 0.000386 ***
voisinage3    -2.7397     1.1489  -2.385 0.017099 *
voisinage4    -1.2246     0.9490  -1.290 0.196933
volume_houppier1 -1.3689     1.0915  -1.254 0.209799
volume_houppier2 -2.2011     1.3151  -1.674 0.094203 .
volume_houppier3  1.1958     1.1973   0.999 0.317935
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 83.731  on 62  degrees of freedom
Residual deviance: 51.194  on 56  degrees of freedom
(9 observations deleted due to missingness)
AIC: 65.194

Number of Fisher Scoring iterations: 5

> anova(glm.arbre, test="Chisq")
Analysis of Deviance Table

Model: binomial, link: logit
Response: gite_abs

Terms added sequentially (first to last)

              Df Deviance Resid. Df Resid. Dev  Pr(>Chi)
NULL                62      83.731
hauteur_entree     1  15.8022     61      67.928 7.032e-05 ***
voisinage          2  10.3122     59      57.616 0.005764 **
volume_houppier    3   6.4223     56      51.194 0.092776 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> Anova(glm.arbre, type = 2)
Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: gite_abs
              LR Chisq Df Pr(>Chisq)
hauteur_entree 25.1637  1 5.266e-07 ***
voisinage      6.8645  2  0.03231 *
volume_houppier 6.4223  3  0.09278 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Figure a — Courbe ROC du modèle lié à l'environnement.  $AUC = 0,77$ .

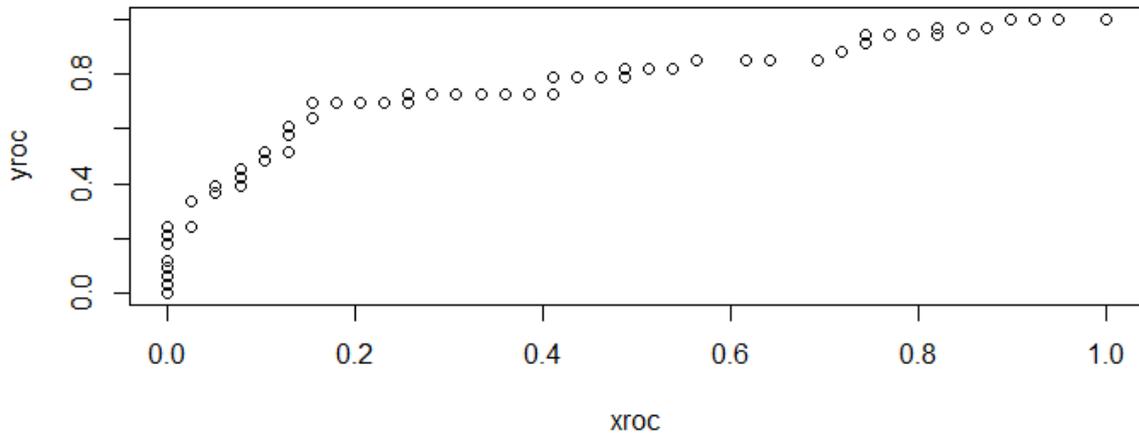
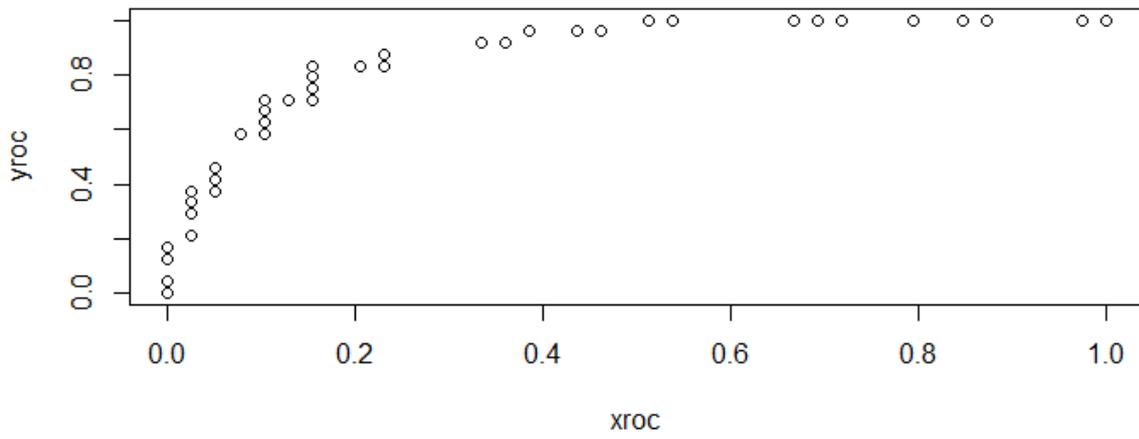


Figure b — Courbe ROC du modèle lié à l'arbre et à la cavité.  $AUC = 0,89$ .



# Nuit en forêt à la recherche de la Noctule de Leisler

Depuis cinq ans, un programme d'amélioration des connaissances de cette petite chauve-souris forestière pousse les scientifiques à parcourir les massifs insulaires. Il y a quelques jours, c'est en forêt de Valduniellu que cela se passait



La Noctule de Leisler est une petite espèce arboricole et un bon sujet d'étude pour les spécialistes. / PHOTO DELPHINE RISTI

**F**in de journée à la maison forestière de Poppaghia. L'endroit, départ de la randonnée pour le lac de Ninu entre autres, attire tous les jours des dizaines de touristes. Parmi eux, une petite équipe d'une douzaine de personnes armées de GPS et de drôles d'antennes-récepteurs.

Ils viennent pour la plupart du Continent, sont tous bénévoles, tous passionnés de... chauve-souris. Et ils attendent que la nuit tombe pour partir en forêt à la recherche de ce petit animal qui nourrit encore pas mal de fantasmes. Tout cela bien évidemment, dans un but scientifique : "Il existe un programme régional (en partenariat avec l'ONF et la Dreal), qui entre dans une dynamique nationale d'amélioration des connaissances des espèces forestières en vue d'élaborer des mesures de protection, explique Grégory Beuneux, du Groupe Chiroptère Corse (GCC). Et à ce titre, la Noctule de Leisler est un bon modèle d'étude".

La bestiole, assez courante en Corse, ne pèse que quelques grammes et gîte dans les arbres. Pour la trouver, il faut donc d'abord, trouver les bons arbres. "C'est la première fois que nous travaillons sur les espèces forestières, poursuit Grégory Beuneux. Notre objectif, c'est d'en apprendre le plus possible sur la manière dont elles utilisent la forêt."

Et pour ce faire, les équipes changent de massif chaque année. Aïtone, Vizzavona, forêt du Melu, Forca et Tartagine y sont déjà passées. Cette année, c'est en forêt de Valduniellu que les scientifiques ont planté leurs tentes. "Au début, nous travaillions sur les territoires



Avant de s'éparpiller en forêt, les bénévoles font le point sur les gîtes localisés. / PHOTO MO. Q.

de chasse, mais ce n'était pas le plus pertinent. S'il faut faire des efforts en matière de conservation, ce sera plutôt sur les gîtes. La difficulté nous concernant, c'est de les trouver !"

## 78 gîtes répertoriés

Voilà pourquoi l'opération d'observation a commencé par une opération de capture, une semaine en amont : "Nous avons tendu des filets aux endroits où elles s'abreuvent. Plusieurs individus ont été capturés et équipés de petits colliers émetteurs, dont chacun occupe une fréquence unique. Nous utilisons ensuite la télémétrie pour retrouver les animaux et localiser leurs gîtes". C'est là que sont apparues les premières surprises : "Nous nous sommes rendu compte que les chauves-souris changent régulièrement de gîte, tous les trois ou quatre jours. Elles en utilisent beaucoup, se créent une sorte de réseau. En tout, nous en avons répertorié 78 qui contiennent de petits noyaux de population allant de trois à quarante femelles, les mâles bougeant beaucoup plus".

À l'heure actuelle, "on ne sait pas encore pourquoi elles changent de gîte comme cela". En début de soirée, l'équipe se disperse, chacun rejoint l'arbre qui lui a été assigné. Commence alors l'observation. Les yeux rivés sur les trous qui jalonnent le tronc. Les chauves-souris ne sortiront pas avant 20 heures.

D'abord une par une, puis tout le groupe d'un coup.

## Trente kilomètres pour aller chasser

Elles partent pour une nuit de chasse, durant laquelle elles parcourent des dizaines de kilomètres : "Les individus de la forêt de Valduniellu peuvent voler jusqu'à Porto, explique Grégory Beuneux. On sait aussi que celles qui gîtent dans les environs de Corte descendent chasser en Plaine orientale. Elles vont passer une grande partie de la nuit dehors, avant de rentrer, puis de ressortir pour un petit tour, à l'aube". Ces nuits d'observation ne sont bien évidemment pas là que pour le plaisir. Elles sont censées déboucher sur des mesures de conservation, élaborées en partenariat avec l'Office national des forêts, très investies dans ce dossier (lire par ailleurs). "Il y a quinze ans, conclut Grégory Beuneux, le GCC avait déjà réalisé un inventaire que l'ONF avait intégré dans son schéma régional d'aménagement. Avec le travail que nous menons actuellement, nous resserons un peu plus le champ d'action." Pas franchement menacée mais considérée comme sensible, la Noctule de Leisler permettra, on l'espère, la mise en œuvre d'un programme complet de préservation des chauves-souris, encore trop souvent maltraitées par l'homme.

MORGANE QUILICHINI

## L'ONF, partenaire et acteur majeur

Sébastien Lebre est l'agent local de l'ONF, en poste depuis 18 ans. Autant dire qu'il a du recul sur le dossier. En forêt de Valduniellu, la coopération entre l'Office et le GCC est une affaire qui marche : "Nous travaillons ensemble, explique-t-il. Quand nous prenons du bois, nous prenons en compte les recommandations des spécialistes. Ensemble, nous avons dressé le profil type de l'arbre-gîte afin que les forestiers puissent

en y faire attention. Et tous ces arbres sont marqués afin d'être conservés. Nous essayons ainsi d'aménager des îlots de sénescence, où toute coupe est interdite". La forêt n'est donc plus simple pourvoyeuse de bois mais répond à une politique de multifonctionnalité et mène de front accueil du public, production et protection. Une coopération qui mériterait de faire des petits.

MO. Q.

