



2018

Etude des habitats du Murin méridional (*Myotis* sp.A,  
complexe de *Myotis nattereri*) dans le Guillestrois  
(Hautes-Alpes, France) :  
Gîtes, domaines vitaux, sélection d'habitats

- Service demandeur : ONF – Agence départementale des Hautes-Alpes
- Structure de réalisation : Réseau Mammifères de l'ONF
- Rédaction : Jean-Christophe Gattus





# SUIVI DOCUMENTAIRE

## Historique de la publication

Version	Date	Commentaires	Auteur du rapport
1			Jean-Christophe Gattus Office National des Forêts Réseau Mammifères

## Contrôle émetteur et validation

Vérification	Approbation
Nom - Prénom : Laurent Tillon Entité et Fonction : ONF – DFRN Animateur du réseau Mammifères Date : 22/03/2018 Signature : 	Nom - Prénom : Laurent Tillon Entité et Fonction : ONF – DFRN Animateur du réseau Mammifères Date : 22/03/2018 Signature : 

## Interlocuteur service demandeur

Coordonnées
Nom - Prénom : Blanchard Laurent Entité et Fonction : ONF – Agence départementale des Hautes-Alpes Responsable Environnement Coordonnées : ONF - Agence départementale des Hautes-Alpes 5 rue des Silos CS 36003 5007 GAP Cedex

Pour citer ce document :

GATTUS J.C., SACHET N., TILLON L. (2018). Etude des habitats du Murin méridional (*Myotis* sp.A, complexe de *Myotis nattereri*) dans le Guillestrois (Hautes-Alpes, France) : gîtes, domaines vitaux, sélection d'habitats, ONF Réseau Mammifères, Paris, 82 pages.

Photos de couverture : Olivier VINET (*Myotis* sp.A en main), Emilie GENELOT et Christophe Boulangeat (vues du site)

# Contributeurs

Ce rapport est l'aboutissement d'un travail collectif ayant mobilisé de nombreuses énergies, de jour comme de nuit.

## **Rédaction**

Jean-Christophe Gattus

## **Génération des localisations, Analyse des domaines vitaux :**

Nathalie Sachet

## **Cartographie des habitats naturels**

Thomas Michel (Stagiaire ONF – Université Aix Marseille)

Jean-Christophe Gattus

Valentin Durinck

## **Etude de la sélection d'habitats (k-select)**

Laurent Tillon,

Jean-Christophe Gattus.

## **Inventaires de terrain :**

### **ONF, réseau Mammifères :**

Samuel Courtaut

Sylvain Ducruet

Jean-Christophe Gattus

Guy Le Reste

Nathalie Sachet

Raphaël Trunkenwald

### **Animatrice du site Natura 2000**

Emilie Genelot

### **Bénévoles**

Sophie Belval

Catherine Biache

Christophe Boulangeat

Emmanuelle Csabai

Anthony Groffod

Marion Le Goff

Morgane Le Goff

Jean-Claude Louis

Remy Moine

Stéphanie Raoulx

Yolan Richard

# Remerciements

Aux naufragés du point Q3...

Un très grand merci à tous les contributeurs qui ont donné de leur sommeil, de leur énergie et de leur bonne humeur pour aboutir enfin à ce résultat. Merci tout particulièrement aux bénévoles qui n'étaient pas en reste et dont certains ont assuré l'ensemble de la session sans s'endormir sur les points hauts (enfin pas trop longtemps j'espère...).

Merci aux collègues qui ont même partagé leur frais de dép pour nourrir ces petits bénévoles.

A l'heure où la miniaturisation nous fournit des émetteurs avec GPS intégré nous allons pouvoir dormir un peu mieux pour réaliser de telles études. Dommage pour les aventures que cela a pu représenter pour la joyeuse équipe qui s'est formé pendant cette session de terrain.

Et un merci spécial à Nathalie et Laurent pour les tâches obscures de tripatouillage de tableaux.



# SOMMAIRE

1. Contexte de l'étude .....	8
2. Site d'Etude.....	9
2.1. localisation.....	9
2.2. Milieux naturels présents.....	11
2.3. Quelques illustrations.....	12
3. L'espèce étudiée.....	14
3.1. Systématique et biologie.....	14
3.2. Statut.....	15
3.3. Ecologie.....	15
3.3.1. Habitats de chasse.....	15
3.3.2. Gîtes.....	15
4. phasage de l'étude .....	16
5. Phase 1 : Etude télémétrique de terrain .....	17
5.1. Repérage des points hauts et des sites de capture.....	17
5.2. Captures .....	18
5.3. Radiopistage .....	19
5.3.1. Principes du suivi par radiopistage.....	19
5.3.2. Déroulement du suivi .....	20
5.3.3. Bilan de la phase de terrain.....	22
6. Analyse des données et délimitation des domaines vitaux .....	27
6.1. Génération des localisations .....	27
6.2. Définition des domaines vitaux.....	29
6.2.1. méthode .....	29
6.2.2. résultats.....	30
7. Cartographie des habitats .....	33
7.1. Méthode.....	33
7.1.1. Prézonage .....	33
7.1.2. Choix des variables .....	33
7.1.3. Parcours de terrain.....	34
7.1.4. Finalisation de la carte.....	34
7.2. Résultats.....	34

8. Etude de la sélection d'habitat par la méthode k-select.....	37
8.1. Objectif .....	37
8.2. Méthodes .....	37
8.2.1. Principes de la K-select.....	37
8.2.2. Préparation des données .....	38
8.2.3. Choix des variables .....	38
8.3. Résultats .....	40
8.3.1. Matrices de l'ensemble des résultats.....	41
8.3.2. Synthèses par variable.....	44
8.4. Discussion .....	46
8.4.1. Analyse par variable .....	46
8.4.2. Questions méthodologiques .....	48
9. Bilan et conclusions .....	52
9.1. Gîtes.....	52
9.2. Domaines vitaux .....	52
9.3. Terrains de chasse .....	53
9.4. Conséquences en termes de gestion .....	54
9.4.1. En forêt .....	54
9.4.2. Hors forêt .....	55
9.5. Perspectives.....	56

# 1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Avec plus de 1000 espèces dans le monde, les chauves-souris constituent l'ordre le plus diversifié de la classe des mammifères après les rongeurs. En France métropolitaine 35 espèces sont présentes.

Ces mammifères volants, au cycle de vie assez complexe, sont très sensibles aux diverses dégradations de leur environnement. Aussi sont-elles toutes protégées au niveau national. Parmi les milieux qu'elles fréquentent, la forêt joue un rôle particulier, tant pour la présence de gîtes naturels que comme terrain d'alimentation préservé.

Par leurs mœurs nocturnes, leur faculté au vol et leur utilisation de gîtes variés, l'étude de ces animaux présente des contraintes techniques qui ont longtemps freiné les avancées dans leur connaissance. Les avancées technologiques récentes en termes d'études acoustiques et de radiopistage ont permis des progrès considérables en particulier au cours des deux dernières décennies.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, à une heure où les seules données d'inventaire ne sont plus suffisantes pour envisager une gestion éclairée des populations de ces espèces.

En 2011, une première opération de suivi par télémétrie de diverses espèces réputées forestières a été réalisée dans le Guillestrois dans le cadre d'une étude du réseau Mammifères de l'ONF sur les espèces de chauves-souris forestières du secteur, travail mené en collaboration avec le Groupe Chiroptères de Provence et la Communauté de Communes du Guillestrois structure animatrice du site Natura 2000 Steppique Durancien et Queyrassin. Les deux espèces suivies sont la Barbastelle d'Europe, principale cible de l'étude et le Murin de Natterer, de nombreuses femelles allaitantes ayant été capturées dès la première session de capture de l'étude.

Le suivi des animaux a permis pour ces deux espèces de découvrir plusieurs gîtes d'élevage des jeunes et de cerner l'emprise et pour partie la nature des terrains de chasse utilisés. Toutefois l'effectif suivi et la méthode de prise des données ne permettaient pas d'aller beaucoup plus loin dans les analyses que la description des localisations, des gîtes et des grands ensembles utilisés pour l'alimentation. Parmi les éléments intéressants, ce travail a permis d'observer des comportements individuels très différents au sein d'une même colonie et d'une même catégorie d'individus (femelles allaitantes).

Les terrains de chasse du Murin de Natterer ont été peu étudiés en zone de montagne, or cette espèce est nettement forestière en plaine. Aussi le contexte de ces colonies à l'interface entre milieux ouverts de qualité et massifs forestiers montagnards se prête-t-il à ce type d'étude. L'enjeu de mieux connaître l'écologie d'une espèce forestière assez commune était de voir quels types forestiers étaient privilégiés dans la zone d'étude afin d'évaluer sur quels aspects de la structure forestière le gestionnaire pouvait influencer sur les terrains de chasse de cette espèce.

La démarche de ce travail s'inscrit par ailleurs dans une période d'avancées taxonomiques au cours de laquelle il est apparu que sous le nom "Murin de Natterer" sont en fait regroupées plusieurs espèces cryptiques (Puechmaille et al.2012).

Parmi les individus capturés en 2011, certains ont fait l'objet de prélèvement de tissus (fragments de plagiopatagium) afin de clarifier l'identité taxonomique des individus suivis. Les analyses génétiques (effectuées par Sébastien Puechmaille, université de Greifswald, en 2015) ont conclu à l'appartenance à une espèce qui diffère génétiquement de *Myotis nattereri sensu stricto*. A ce jour cette espèce est désignée sous le terme *Myotis* sp.A, la réhabilitation du nom *Myotis latipennis* d'après la description de *Vespertilion (Myotis) latipennis* (Crespon, 1844) a été proposée mais n'est pas validée à ce jour (Allegrini et Puechmaille 2015).

L'intérêt de notre étude se trouvait encore renforcé par cette information, en l'absence quasi-totale d'études écologiques se rapportant de façon certaine à cette espèce.

En 2014 une étude ciblée sur cette espèce a donc été lancée, le présent rapport en constitue la restitution.



## 2. SITE D'ETUDE

En matière d'étude de terrains de chasse des chiroptères, l'étendue du site étudié n'est pas définie a priori mais elle est dictée par les sites que choisissent d'utiliser les individus suivis.

Le choix du site porte donc sur les sites de captures initiaux autour desquels l'étude se déroulera dans un périmètre défini par le comportement des animaux.

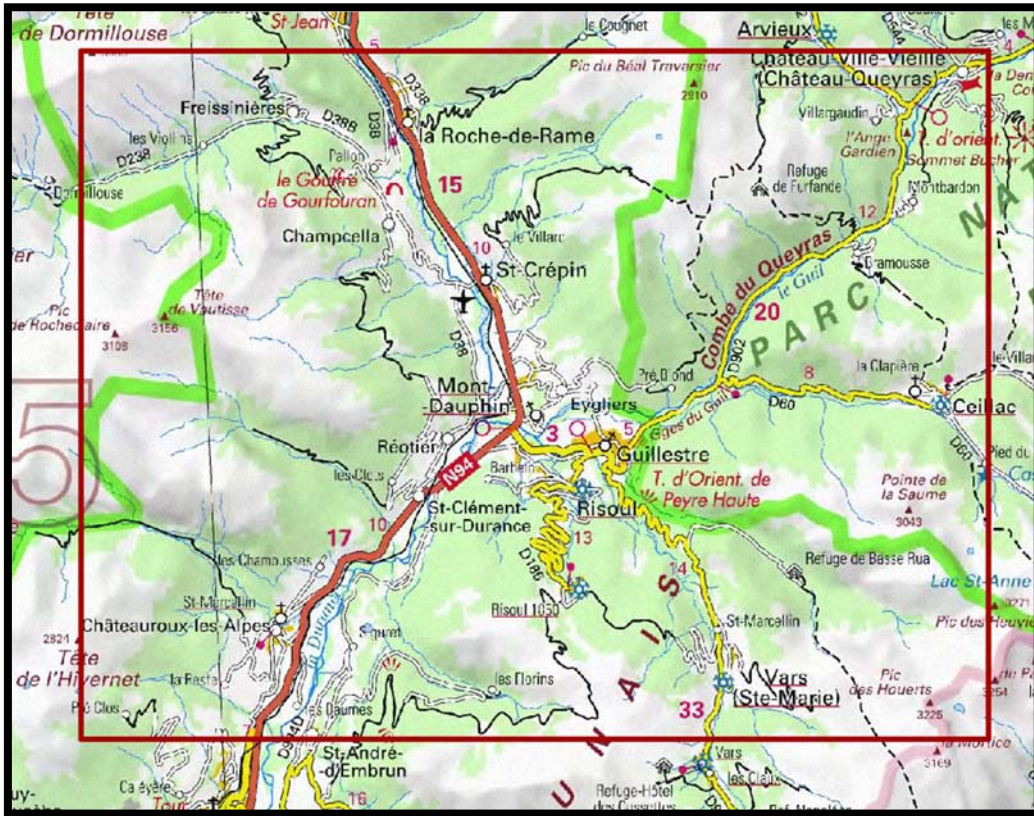
Les sites retenus pour cette étude sont situés au cœur de systèmes naturels et semi-naturels présentant une très grande diversité de milieux, notamment dans les types forestiers représentés, un étagement altitudinal fort, des contrastes hydriques très marqués avec de fortes oppositions de versant et la présence de plusieurs cours d'eau importants.

La zone d'étude se situe au sein des Hautes-Alpes entre les massifs des Ecrins et du Queyras, centrée sur la confluence entre le Guil et la Durance.

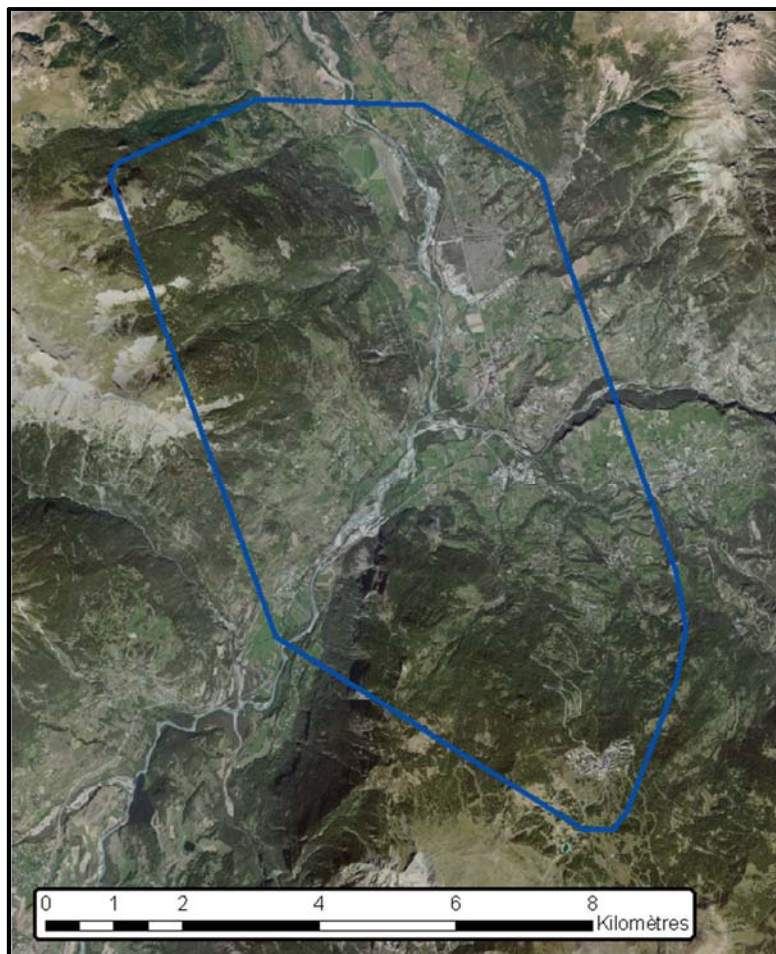
### 2.1. LOCALISATION



Situation de la zone d'étude en France :  
Région PACA, département des Hautes-Alpes, Guillestrois



Aperçu de la zone d'étude initiale, au centre (vers Mont Dauphin) la confluence Guil-Durance



*En bleu l'enveloppe de la zone fréquentée par les chauves-souris étudiées*

## 2.2. MILIEUX NATURELS PRESENTS

Le site d'étude est particulièrement riche en biodiversité. Les vallées de la Durance et du Guil sont classées en site Natura 2000 (Site "Steppique Durancien et Queyrassin") notamment pour l'originalité des pelouses et landes sèches typiques des Alpes Internes. Les habitats sont très diversifiés avec de très forts gradients d'altitude, de niveau hydrique, d'orientation et une grande variété de stades dynamiques.

Les grands ensembles de milieux présents sur la zone peuvent être regroupés comme suit :

- Les **milieux agricoles de fond de vallée**, où dominent les prairies de fauche semi-naturelles, les cultures fourragères (luzerne essentiellement) et quelques parcelles de céréales. Cet ensemble occupe le fond de vallée, très plat, et présente un caractère bocager marqué et une certaine fraîcheur liée à la proximité de la nappe.
- Les **milieux agro-pastoraux de bas de versants**, occupés par des prairies de fauche maigres et des pelouses sèches d'affinités steppiques (caractère continental), cet ensemble se caractérise par des fortes pentes, des petites parcelles et de nombreux bosquets, fruticées, landes s'intercalent entre les parcelles agricoles.
- Les **systèmes riverains** de vallée constitués par le Guil et la Durance, avec outre le cours des rivières de nombreux bancs de graviers et une ripisylve par endroits conséquente.
- Les **forêts d'ubac**, couvrant de vastes surfaces sur des pentes généralement soutenues. Les essences dominantes sont le mélèze (très majoritaire), le sapin, les pins (sylvestre, relayé en altitude par le pin cembro et le pin à crochets). De très nombreuses essences d'accompagnements sont présentes (érables, sorbiers, frênes, peupliers etc.) mais les résineux dominant largement la quasi-totalité des peuplements. L'absence d'essences feuillues structurantes (et du hêtre en particulier) est la caractéristique des vallées des Alpes Internes, la zone d'étude se situant au maximum de continentalité des Alpes françaises.
- Les **boisements et plantations d'adret**, dominés par le pin noir, le pin sylvestre et localement le genévrier thurifère qui trouve ici parmi ses plus beaux peuplements français. Formations sèches à très sèches, assez souvent issues de plantations (pin noir) elles se caractérisent par l'absence presque totale de feuillus.
- Les **milieux d'altitude** (les sommets aux abords de la zone d'étude culminent à 2700m, le massif des Ecrins à 4100m) se composent de forêts très ouvertes dominées par les pins à crochets et cembro et le mélèze et de pelouses subalpines et alpines.
- Les **milieux rocheux** sont disséminés sur toute la zone avec quelques falaises et de nombreux éboulis et pierriers. La roche mère est en grande majorité calcaire.

## 2.3. QUELQUES ILLUSTRATIONS



*Vue depuis l'ouest de la zone d'étude. Au premier plan un des terrains de chasse identifiés (émetteur retrouvé), en contrebas la basse vallée du Guil et les massifs boisés la dominant (photo S. Raoulx).*



*Paysage de la zone d'étude : milieux agricoles semi-ouverts de fond de vallée et boisements de pente. Au centre la citadelle Vauban de Montdauphin (Photo S. Raoulx).*



*Vue depuis un terrain de chasse : hameaux et milieux agricoles, la Durance et sa ripisylve en bas de l'image, les versants secs de la partie est du site au fond (photo C.Boulangeat).*

## 3. L'ESPECE ETUDIEE

En raison de sa mise en évidence très récente par la voie génétique (Puechmaille et al. 2012), l'espèce étudiée est désignée sous le terme de "***Myotis* sp.A**" au sein du complexe de *Myotis nattereri sensu lato* au moment de la rédaction de ce rapport.

Bien que ce groupe soit plutôt bien étudié, l'espèce est mal connue en l'absence de certitude sur l'appartenance spécifique des individus des diverses études au sein de ce complexe par le passé.

Au vu des premiers éléments sur sa répartition, seules les études "méridionales" (Sud de la France et de l'Europe) peuvent éventuellement être considérées comme concernant probablement *Myotis* sp.A. Toutefois à ce stade il paraît plus prudent de ne présenter ici que des éléments généraux sur le groupe de *Myotis nattereri* : ***Myotis nattereri* (Kuhl, 1817) sensu lato**



*Myotis* sp.A – Photo O.Vinet

### 3.1. SYSTEMATIQUE ET BIOLOGIE

- Classe des Mammifères
- Ordre des Chiroptères
- Sous-Ordre des Microchiroptères
- Famille des Vespertilionidae

L'espèce étudiée appartient à la famille des Vespertilionidae, la famille de chauves-souris la plus représentée en Europe. Le genre *Myotis* est le genre le plus diversifié de la famille en Europe avec une quinzaine d'espèces.

Les murins de Natterer sont des chauves-souris de taille moyenne (5 à 9 g pour 36 à 41mm d'avant-bras). Les grandes oreilles, le tragus effilé, l'éperon incurvé en S et les soies courbes sur la marge de l'uropatagium permettent de les distinguer des autres *Myotis*.

Insectivore, le Murin de Natterer fait partie des espèces glaneuses qui capturent des proies non volantes sur le feuillage, dans l'herbe, au sol etc. Ce régime s'accompagne d'une faculté au vol très lent et un système d'écholocation très fin. Les cris d'écholocation du Murin de Natterer sont caractéristiques et assez faciles à identifier.

## 3.2. STATUT

Le Murin de Natterer est protégé au niveau national et inscrit à l'annexe 4 de la Directive Habitats. Il est classé LC ("Least Concerned"=Préoccupation mineure) dans la liste rouge des mammifères de France métropolitaine (UICN et al. 2017) avec toutefois une inconnue sur les tendances d'évolution des populations.

En région PACA l'enjeu régional de conservation est considéré comme faible (LPO PACA et al. 2016). Toutefois ces documents n'intègrent pas l'existence de plusieurs espèces au sein du complexe et les évaluations seront sans doute différentes lorsque les répartitions respectives des espèces seront mieux connues.

## 3.3. ECOLOGIE

Les éléments ci-dessous sont en grande partie issus de l'analyse bibliographique réalisée par Tillon 2015. La comparaison de ces données bibliographiques à notre travail peut s'avérer intéressante.

### 3.3.1. HABITATS DE CHASSE

Les habitats du Murin de Natterer sont variés, mais marqués par la présence d'arbres. Il peut s'agir de grandes forêts, dans lesquelles il va exploiter tous les grands types d'habitat (chênaie, hêtraie voire peuplements purs de résineux comme l'épicéa, les sapins ou les pins), ou d'habitats plus ouverts tels que les vergers, parcs et jardins, plus rarement les prairies (quand elles viennent d'être fauchées) à proximité des forêts (Siemers *et al.* 1999; Meschede & Heller 2003; Kanuch 2005; Dietz *et al.* 2006). Certaines colonies forestières montrent néanmoins une prédominance pour les pâturages en activité de chasse (Lundy *et al.* 2012), alors que les plantations résineuses sont évitées (Smith & Racey 2008). Quand elle utilise la forêt, cette espèce exploite plutôt l'intérieur des peuplements que les bordures ou les habitats ouverts (Ceľuch & Kropil 2008).

Elle semble inféodée aux forêts avec des arbres âgés d'origine naturelle où elle chasse principalement le long des allées forestières et des lisières, des allées et couloirs en sous-bois ou dans la végétation (Kanuch *et al.* 2008), sinon aux forêts à caractère humide très marqué, comme les ripisylves (Meschede & Heller 2003; Smith & Racey 2008).

### 3.3.2. GITES

Le Murin de Natterer gîte principalement dans les arbres creux (surtout les fissures hautes dans les arbres, sur les branches) et les gîtes artificiels en forêt (Park *et al.* 1998; Siemers *et al.* 1999; Pénicaud

2000; Meschede & Heller 2003; Kanuch 2005; Smith & Racey 2005; Pénicaud 2006; Dietz *et al.* 2009; Dodds & Bilston 2013). Il peut gîter dans les vergers (Siemers & Swift 2006), dans les zones urbanisées, notamment dans les briques creuses des bâtiments (Dietz *et al.* 2009).

En zone méditerranéenne, il exploiterait surtout les fissures dans les falaises et dans les murs de maison (Dietz *et al.* 2009).

Cette dernière information pourrait en fait correspondre à une différence écologique entre *M. nattereri* sensu stricto et *Myotis sp.A*, ce dernier s'avérant beaucoup moins arboricole dans le choix de ses gîtes.

## 4. PHASAGE DE L'ETUDE

Ce travail a été élaboré en quatre phases distinctes :

- Une première (et lourde) phase de terrain : captures et suivi télémétrique réalisée à l'été 2014
- Un premier traitement des données issues de la télémétrie permettant de générer les localisations précises des chauves-souris suivies et de définir leurs domaines vitaux. Traitement effectué en 2014-2015
- Une cartographie des habitats de la zone d'étude réalisée en 2016
- Une analyse des données, croisant habitats et localisation des chauves-souris, par la méthode de k-select, réalisée au cours de l'hiver 2016-2017.

La pertinence des résultats finaux est conditionnée à un grand soin porté à chacune des étapes de la mission.



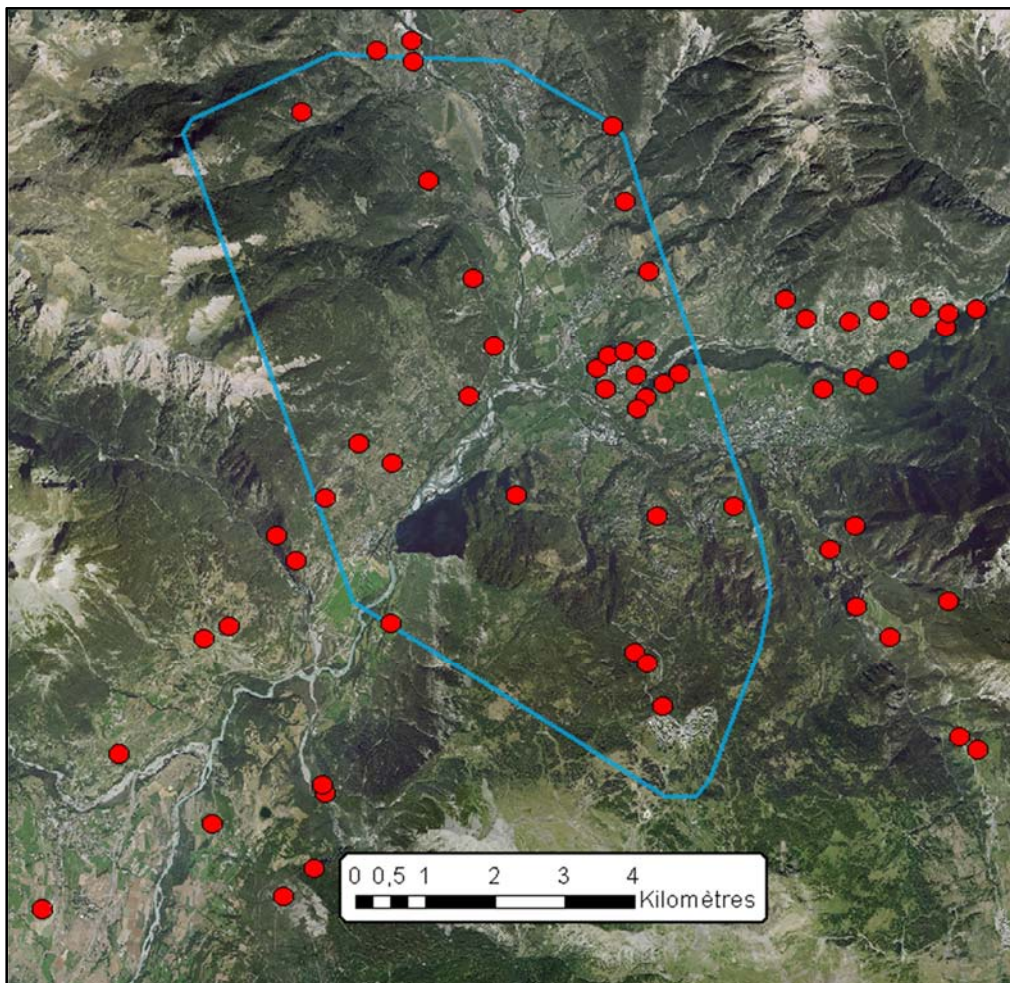
## 5. PHASE 1 : ETUDE TELEMETRIQUE DE TERRAIN

La phase de terrain proprement dite s'est déroulée du 14 juillet (première capture) au 26 juillet 2014 (dernière nuit de suivi) en une session continue.

Cette phase a été réalisée par une équipe de 10 à 12 personnes selon les nuits (22 personnes différentes au total).

### 5.1. REPERAGE DES POINTS HAUTS ET DES SITES DE CAPTURE

Nous avons bénéficié de l'expérience acquise lors de la mission de suivi télémétrique de 2011 au cours de laquelle un repérage conséquent des points hauts a été réalisé. Une carte des points hauts a été établie, permettant au cours des nuits de disposer les équipes sur des points repérés, aux coordonnées précises connues et répartis de façon pertinente pour capter au mieux le signal des émetteurs.



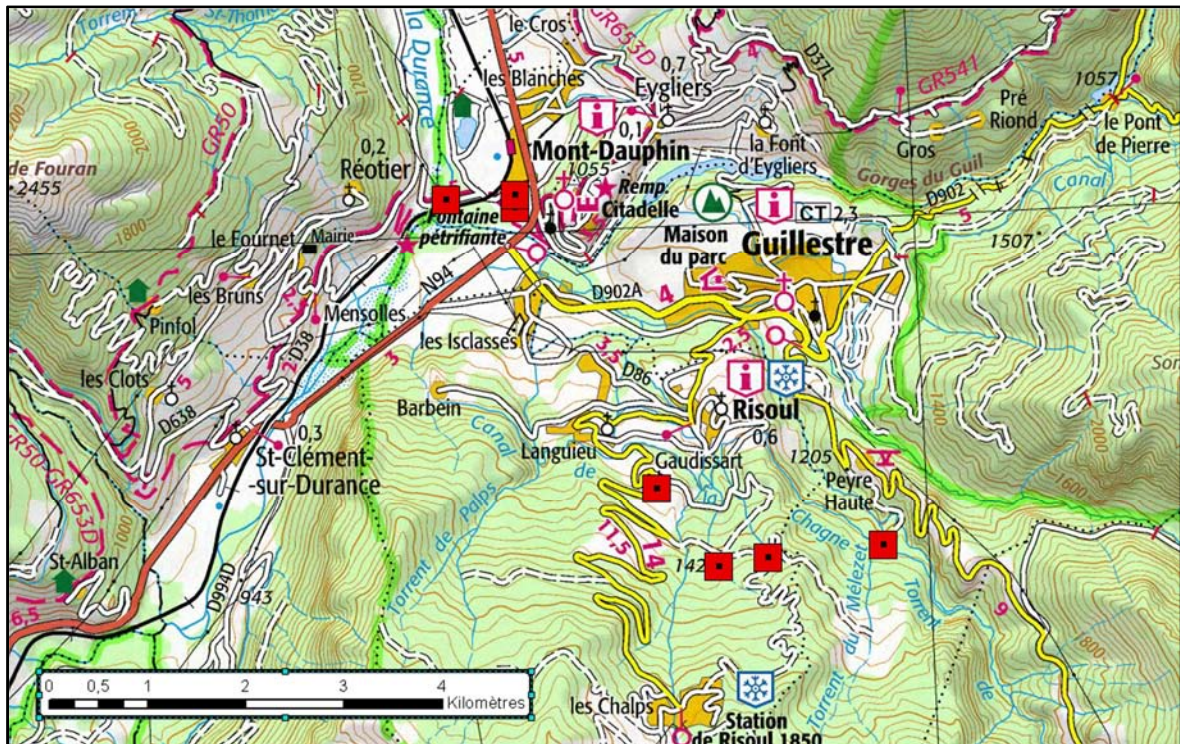
**Localisation des points hauts (en rouge) par rapport à la zone utilisée par les chauves-souris suivies (en bleu)**

## 5.2. CAPTURES

Les premières captures s'effectuent à l'aide de "filets japonais" tendus sur des sites de passage pressentis ou connus.

L'objectif de ces captures est de capturer des femelles allaitantes afin de découvrir le ou les gîtes de la colonie.

Les captures se sont réparties à la confluence entre le Guil et la Durance (Eyglies), ainsi que dans le secteur Serre-Gonthier et Pont de Panacelle (Risoul / Vars)



**Localisation des sites de capture (carrés rouge)**

Une fois les gîtes découverts (en retrouvant les émetteurs), des captures sont effectuées directement en sortie de gîte pour équiper le nombre d'individus nécessaire à l'étude.

Les individus capturés correspondant aux objectifs de l'étude sont équipés d'émetteurs VHF (de la marque Holohil, pesant 0,35g). En l'occurrence seules des femelles allaitantes de *Myotis sp.A* ont été équipées



*Emetteur VHF en cours de pose sur Myotis sp.A (photo M. LeGoff)*

## 5.3. RADIOPISTAGE

### 5.3.1. PRINCIPES DU SUIVI PAR RADIOPISTAGE

La radiotélémetrie est une méthode assez lourde à mettre en œuvre, tant en terme de matériel que de moyens humains, mais fiable pour déterminer précisément les secteurs et habitats utilisés par une chauve-souris (gîtes et terrains de chasse).

Le principe est de suivre un animal équipé d'un émetteur VHF à l'aide de récepteurs munis d'antennes directionnelles.

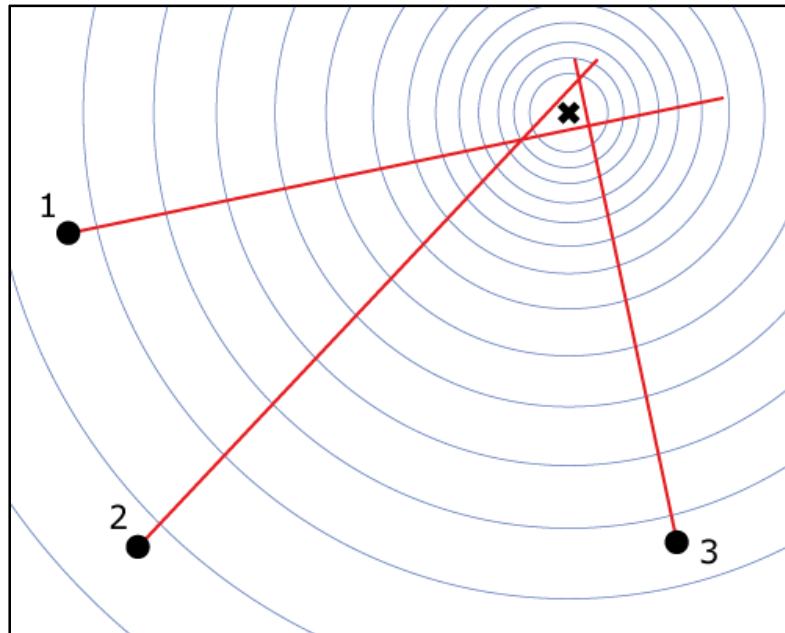
Les localisations de l'animal (=position géographique sur un espace à deux dimensions), peuvent être obtenues de deux façons : soit par triangulation, soit par la technique dite du « Homing In » (voir plus loin).

Le cumul des localisations obtenues par l'une ou l'autre de ces deux méthodes, ou les deux, permet de déterminer les positions géographiques de l'animal en un temps donné, et de suivre ses déplacements au cours du temps. La méthode nécessite donc la capture préalable de l'animal, pour l'équiper d'un émetteur de petite taille (0,43g dans le cas de cette étude). Celui-ci est collé sur le dos du sujet d'étude, entre les omoplates, ou est fixé à l'aide d'un collier (dans le cadre de cette étude les émetteurs ont tous été collés sur le dos sans collier).

#### 5.3.1.1. Localisation par triangulation d'azimuts synchrones :

L'animal est équipé d'un émetteur VHF. Ce dernier émet des ondes hautes fréquences qui doivent être captées par au moins 3 observateurs munis d'antennes directionnelles.

De façon coordonnée ("top azimut"), chaque observateur note la direction du signal à l'aide d'une boussole. Les positions des observateurs sont notées, ainsi que l'azimut de leur signal. Un polygone (qui serait idéalement réduit à un point) est ainsi délimité par le croisement de ces lignes de direction, au centre duquel se situe le barycentre correspondant à la position moyenne de l'animal au moment des prises de mesure. Cette procédure peut être réalisée très régulièrement pour un même animal.



*Exemple de localisation par triangulation de 3 équipes (il faut a minima 2 équipes pour effectuer cette opération en théorie, dans la pratique 3 équipes ou plus sont préférables pour assurer la qualité des données)*

#### 5.3.1.2. Localisation par « Homing-in » :

Dans certains cas, il est possible de s'approcher au plus près de l'animal, voire si possible de se positionner directement sous lui (le signal de localisation devient alors très fort dans toutes les directions, on parle de « Homing in »). L'observateur peut alors parfois apercevoir l'animal équipé au-dessus de lui. La précision de ce mode de radiolocalisation est maximale. On considère que la localisation ainsi obtenue reflète la présence de l'animal à une distance généralement inférieure à 25 mètres.

Ce type d'observation est généralement possible pour des espèces se déplaçant assez lentement ou exploitant longuement un même site. Il faut également que le terrain ne soit pas trop difficile à parcourir de nuit pour l'observateur.

### 5.3.2. DEROULEMENT DU SUIVI

Le suivi est réalisé selon la méthode de triangulation exposée ci-dessus. Au cours de cette étude il a été très peu fait appel à la technique du homing-in, les mouvements des animaux suivis et la nature du terrain étudié s'y prêtant assez mal et, par ailleurs, la topographie offre de nombreux points hauts assurant une réception correcte voire très bonne des signaux VHF envoyés par les émetteurs.



*Suivi télémétrique nocturne depuis un point haut (photo E. Genelot)*

### Prise de données

La prise de données sur les positions des animaux au cours de la nuit doit correspondre aux besoins des analyses ultérieures.

Pour pouvoir réaliser une analyse statistique des données télémétriques sur les terrains de chasse de chauves-souris, les conditions suivantes doivent être remplies :

- Nombre d'individus suivi suffisant,
- Nombre de position élevé pour chaque individu,
- Pas d'autocorrélation temporelle ou spatiale dans le jeu de données : les prises d'azimuts sont espacées pour éviter ce phénomène.

Au vu des travaux menés par L. Tillon sur 3 espèces forestières dont le Murin de Natterer (Tillon 2015), les seuils suivants ont été retenus :

- Au moins 15 individus suivis
- Au moins 30 localisations sur terrain de chasse par individu (50 si possible)
- Sous condition que les localisations soient espacées d'au moins 10 minutes.

L'extrait de tableau ci-dessous illustre la façon dont sont saisies les données de terrain. Une ligne correspond à une observation pour un individu, une équipe et un instant donnés :

Animal	année	mois	jour	H	min	X_UTM	Y_UTM	station	azimut en degré	Identifiant	Type
MnaF735	2014	07	15	3	28	310370	4949083	Equip1	224	MnaF735_2014/07/15_3:28_2	2

Sur les 18 individus équipés, 15 ont pu être suivis de façon satisfaisante.

Les causes du suivi insuffisant pour les trois autres individus sont :

- Perte d'émetteur dans le gîte
- Individu non retrouvé ou émetteur en panne
- Suivi trop court

### 5.3.3. BILAN DE LA PHASE DE TERRAIN

Cette session de terrain a donné lieu à :

- 43 individus capturés (huit espèces) dont 23 murins de Natterer s.l.
- 18 individus équipés d'émetteurs (uniquement des murins de Natterer, femelles allaitantes)
- 12 nuits de suivi
- 867 prises d'azimuts coordonnées
- L'équivalent de 130 hommes\*jours de suivi nocturne et diurne.

#### 5.3.3.1. Résultats des captures :

Fréquence Emetteur	Site de capture	Date de Capture	Nombre de nuits de suivi	Nombre de localisations
150.653	Ripsisylve	15/07/2014	7	65
150.696	Ripsisylve	15/07/2014	6	51
150.735	Ripsisylve	15/07/2014	6	58
150.777	Eyglis	16/07/2014	7	61
151.429	Eyglis	16/07/2014	7	62
150.816	Eyglis	16/07/2014	5	54
151.548	Eyglis	16/07/2014	5	53
150.795	Eyglis	16/07/2014	4	46
151.469	Eyglis	16/07/2014	7	64
151.548	Eyglis	16/07/2014	6	53
150.935	Risoul	16/07/2014	1	11
150.977	Risoul	21/07/2014	3	58
151.029	Risoul	21/07/2014	2	4
150.856	Risoul	21/07/2014	3	51
151.149	Risoul	21/07/2014	4	47
151.787	Risoul	22/07/2014	3	54
151.345	Eyglis	24/07/2014	2	24
151.828	Eyglis	24/07/2014	2	51

Les captures ont permis de suivre des individus de **deux colonies distinctes**.

- La première occupe un réseau de bâtiments dans la plaine d'Eyglis
- La seconde occupe un bâtiment du hameau de Gaudisart (commune de Risoul).

Une analyse des **données biométriques** des individus a été faite, en calculant notamment l'**indice de masse corporelle** des individus (IMC).

L'IMC a été calculée avec la formule suivante :

$$IMC=(m/AB^2)*1000$$

Où m= masse en g et AB=longueur de l'avant-bras en mm

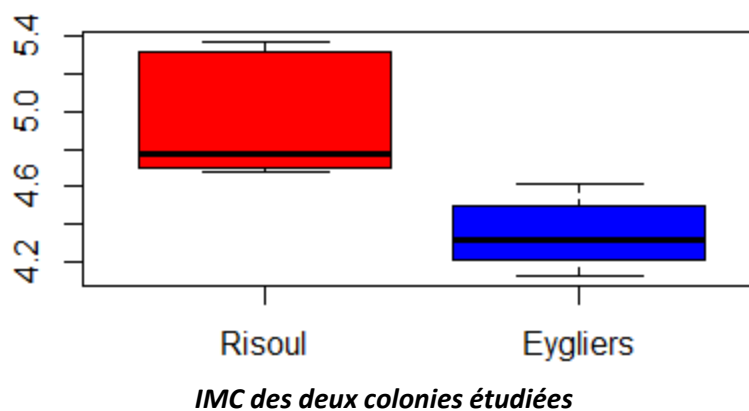
L'heure de capture est susceptible d'influencer fortement l'IMC en raison de la prise de poids nocturne, mais dans le cas de cette étude la plupart des individus ont été capturés en sortie de gîte donc avant toute prise de poids liées à l'alimentation.

Les résultats sont les suivants, classés par IMC décroissant :

Fréquence émetteur	IMC	Colonie
151.787	5.37	Risoul
150.935	5.32	Risoul
151.149	4.81	Risoul
150.856	4.73	Risoul
150.977	4.70	Risoul
151.029	4.68	Risoul
151.828	4.62	Eyglers
150.696	4.57	Eyglers
151.469	4.52	Eyglers
151.429	4.46	Eyglers
151.548	4.34	Eyglers
150.735	4.32	Eyglers
150.653	4.27	Eyglers
150.795	4.23	Eyglers
151.345	4.19	Eyglers
150.816	4.14	Eyglers
150.777	4.13	Eyglers

Il apparait clairement que l'IMC des deux colonies est nettement différent entre les deux colonies et ce de façon significative :

	Eyglers	Risoul
IMC moyen	4.34±0.174	4.94±0.321



### 5.3.3.2. Utilisation des gîtes

Le fonctionnement en termes d'utilisation des gîtes est assez différent entre ces deux colonies :

- A Eygliers les individus occupent un réseau de petits gîtes dispersés sur quelques hectares dans divers bâtiments agricoles. Il s'agit systématiquement de parpaings de béton percés. Les individus suivis changeaient très fréquemment de gîte et il était souvent difficile de savoir dans quel parpaing elles se situaient. Cette colonie fonctionne selon le schéma dit de "fission-fusion" dans lequel la colonie est formée de plusieurs groupes qui se font et se défont au fil des jours. Le fonctionnement fin de cette colonie en matière d'utilisation des gîtes n'était pas l'objet de cette étude et mériterait une prise de données plus précise quant à la localisation exacte des individus au quotidien et le comptage en sortie de gîte des effectifs de chaque petit groupe d'individus (ce qui est assez complexe sur les bâtiments suivis).
- A Gaudissart la totalité du groupe suivi occupait un seul bâtiment, probablement dans les combles bien que sans possibilité d'y accéder nous n'avons pu le vérifier de façon certaine.



*Localisation du réseau de gîtes de la colonie d'Eygliers*

### 5.3.3.3. Exemples de gîtes

#### Colonie d'Eygliers

Exemples de gîtes utilisés par la colonie d'Eygliers, tous dans des **parpaings troués** au sein de divers types de constructions.





**Muret de hangar**



**Maison d'habitation**



**Muret d'étable**



**Mur de bâtiment (nombreux gîtes sur les 4 façades)**



**Mur d'atelier d'artisan**

### **Colonie de Gaudissart**

La colonie de Gaudissart utilise un unique bâtiment, probablement dans les combles. Le type de gîte exact n'a pu être défini, l'accès au bâtiment étant impossible pendant l'étude :



**Localisation du gîte de Gaudissart**



**Gîte de Gaudissart (façade Sud)**

## 6. ANALYSE DES DONNEES ET DELIMITATION DES DOMAINES VITAUX

Cette phase, menée en 2014 et 2015, a consisté à utiliser les données recueillies lors de la phase de terrain afin de définir pour chaque individu le domaine vital utilisé.

Ce domaine vital ne peut être compris que comme le celui d'une femelle allaitante en début de période d'allaitement. Il est fort probable que sur l'ensemble d'un cycle annuel, et même sur l'ensemble d'une saison de mise-bas et élevage des jeunes, le domaine vital des individus soit encore plus étendu.

Les domaines vitaux que nous avons pu définir sur la période de l'étude englobent pour chaque individu

Cette étape a été réalisée en grande partie par Nathalie Sachet (ONF, réseau Mammifères).

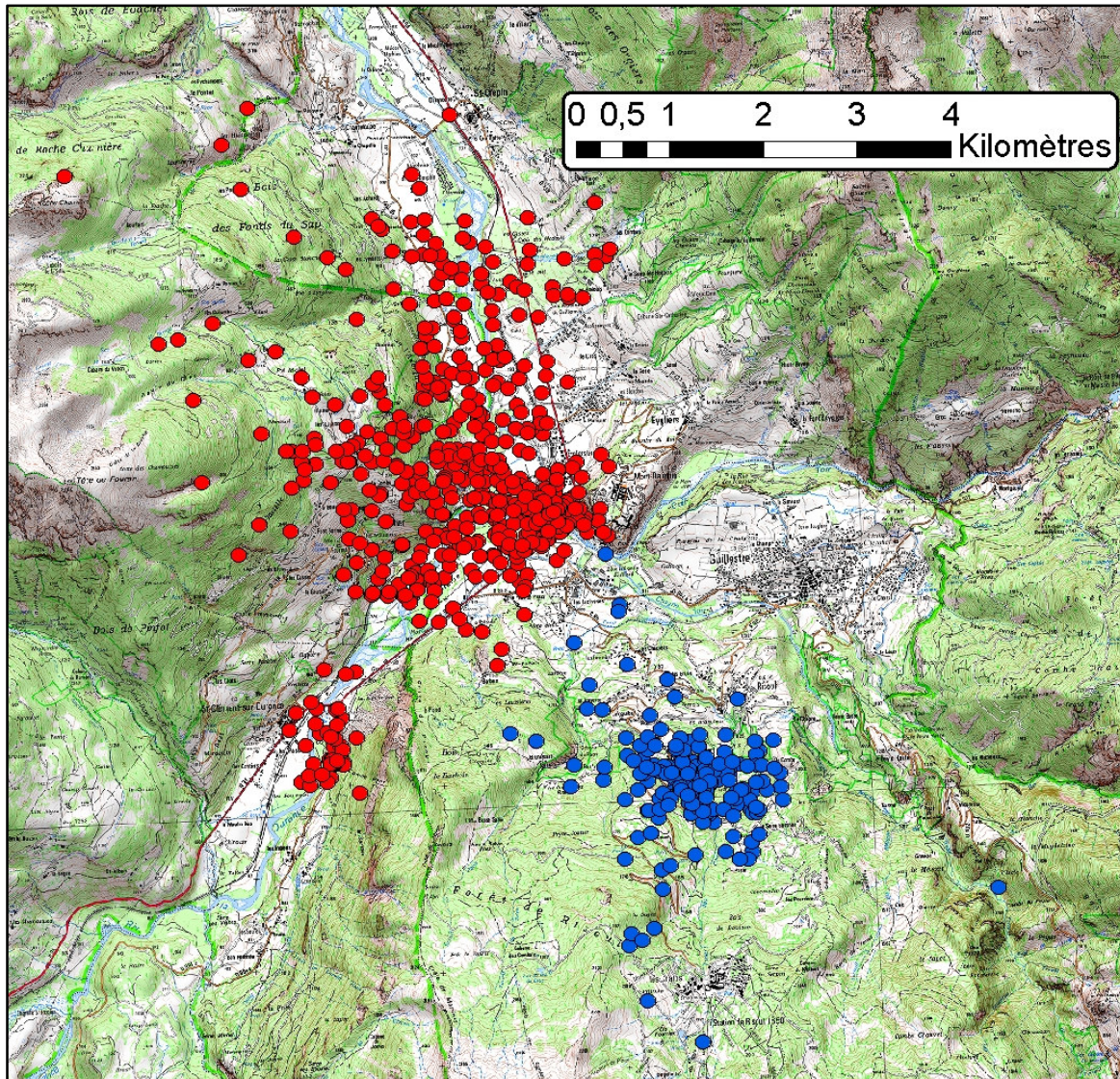
### 6.1. GENERATION DES LOCALISATIONS

La première étape consiste à générer les localisations à partir des données de terrain.

Ceci est fait à l'aide du logiciel Locate3 (Pacer Computing) qui fournit à partir des données brutes les coordonnées de la localisation de l'animal à l'instant du "top azimuth" associées à une marge d'erreur. Cette étape permet de générer pour chaque individu un nuage de points correspondant aux différentes positions de l'animal relevées sur le terrain. A chaque localisation est associé un horodatage précis.

Lors de cette analyse, le regard des observateurs de terrain et notamment des coordinateurs est important pour réaliser un contrôle de cohérence et le cas échéant supprimer des données manifestement aberrantes.

Passé ce contrôle 760 localisations ont été conservées (cf. carte ci-dessous) :



*Vue de toutes les localisations générées et retenues pour l'analyse  
(en bleu colonie de Risoul, en rouge colonie d'Eyglies)*

### **Limites méthodologiques**

Pour chaque prise d'azimut sur le terrain, une marge d'erreur existe qu'il est impossible de mesurer. Des tests de précision ont été effectués de jour sur des courtes distances pour expliquer au mieux la méthode aux opérateurs présents. Toutefois de nuit et avec des signaux parfois perturbés par la nature du terrain et le relief une certaine erreur est inévitable et sera d'autant plus grande qu'on est loin de l'animal suivi. Cette marge d'erreur apparaît en partie dans la génération des localisations pour laquelle 3 azimuts parfaitement notés à un instant T devraient se croiser en un seul point or les triangulations donnent généralement des polygones plus ou moins grands dont le barycentre est retenu pour calculer la localisation la plus probable.

Les surfaces des polygones ne sont pas fournies dans ce document mais ont bien été calculées.

## 6.2. DEFINITION DES DOMAINES VITAUX

### 6.2.1. METHODE

Le domaine vital a été défini (Burt 1943) comme l'aire traversée par un animal pour ses activités d'alimentation, de repos, de reproduction, de mise bas et d'élevage des jeunes, en excluant les sites visités occasionnellement. Cette première définition a fait l'objet de nombreuses discussions (Fieberg & Börger 2012).

Ce domaine vital présente des centres principaux d'activité correspondant à des surfaces particulièrement utilisées (Hayne 1949).

Dans le cadre de cette étude on ne peut pas considérer au vu de cette définition qu'on appréhende la totalité du domaine vital de l'espèce mais bien le domaine vital de femelles allaitantes en période d'allaitement.

Il existe des méthodes variées pour définir le domaine vital d'un animal et pour un même animal chaque méthode pourra donner des résultats très différents. Aussi est-il nécessaire pour ce type d'étude d'indiquer précisément le modèle d'analyse qui a été retenu pour permettre d'éventuelles comparaisons ultérieures.

Pour une analyse approfondie des choix en matière d'analyse de domaines vitaux des chiroptères on se reportera à la thèse de L. Tillon (2015).

La méthode la plus simple est celle dite du Polygone Convexe Minimum (MCP) qui consiste à relier les points extrêmes visités par un individu. Cette méthode présente l'inconvénient majeur d'englober d'importantes surfaces qui ne sont pas du tout utilisées par l'animal, elle exclut de fait la possibilité d'étudier la sélection de l'habitat par l'animal.

L'autre méthode de représentation la plus utilisée est celle du Kernel (ou Kernel Density Estimators) (Silverman 1986). Cette méthode non paramétrique d'estimation de densités de probabilités de présence présente l'avantage de définir des formes de domaine vital flexibles, explicitant mieux l'utilisation de l'espace.

En général, les probabilités de présence sont calculées pour des surfaces de 50%, de 80% ou de 95% d'occurrence de présence.

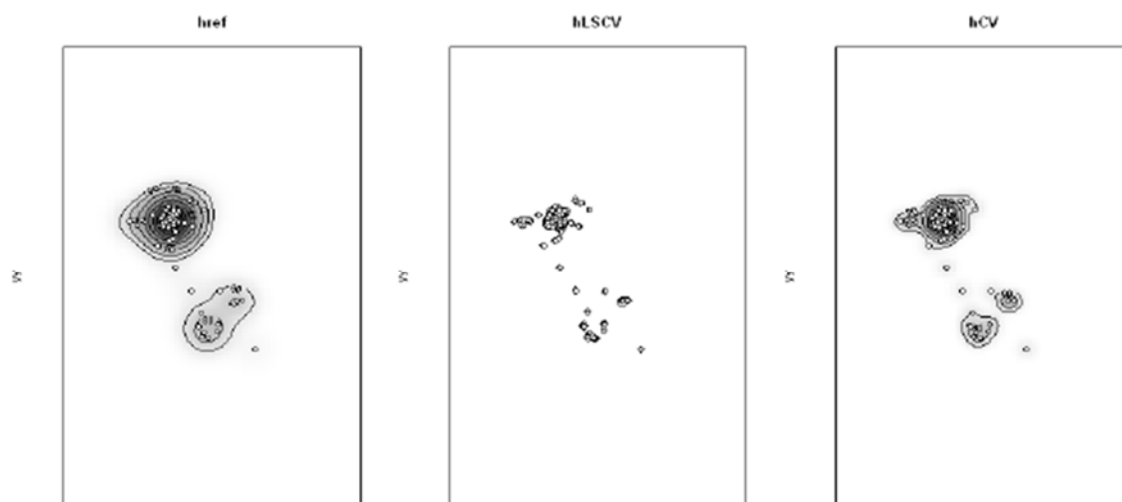
Les domaines vitaux obtenus par cette méthode peuvent être unimodaux (un seul centre d'activité), bimodaux ou multimodaux.

Le choix du modèle le plus adapté à chaque individu s'obtient en analysant quel est le meilleur facteur de lissage ("h") rentrant dans le calcul du Kernel

Pour estimer le Kernel, nous avons utilisé le logiciel Animal Space Use 1.3 (ASU), qui produit des classements entre les différents modèles possibles de représentation du DV des individus, entre un modèle unimodal, bimodal ou multimodal (à plusieurs centres d'activité) (Horne & Garton 2006a, b). Les différents modèles correspondent en général à des stratégies d'utilisation de l'espace propres à l'animal suivi.

Nous les avons donc classés, en nous appuyant sur la valeur du critère d'Akaike corrigé (AICc) calculé pour chacun d'eux, pour retenir le modèle à la plus faible valeur d'AICc (Horne et al. 2007b). ASU propose aussi un calcul des valeurs de href, hLSCV et hCV. Nous avons donc récupéré ces valeurs. Pour les facteurs de lissage href et hLSCV, nous avons comparé les valeurs obtenues avec ASU aux valeurs recalculées avec R afin d'en évaluer la qualité (package « AdehabitatHR » (Calenge 2012)). Chaque DV a enfin été calculé et représenté dans R en utilisant la méthode du kernel 95% ainsi que pour les centres

d'activité à l'aide du kernel à 50% et avec chaque facteur de lissage h (à partir des résultats du calcul de R pour href et hLSCV, et d'ASU pour hCV), afin d'apprécier visuellement la qualité des DV produits. Le manque de localisations pour certains individus a pu augmenter artificiellement la valeur de h. Nous avons donc recalculé le DV en utilisant la moyenne de la valeur de h (hmoy)



**Représentation du Domaine vital par le Kernel avec les 3 facteurs de lissage différents : href, hLSCV et hCV**

## 6.2.2. RESULTATS

La carte du domaine vital de chaque animal figure en annexe 1.

### 6.2.2.1. Forme et surfaces des domaines vitaux

Les résultats issus des différentes analyses figurent dans le tableau ci-dessous (le DV retenu est celui calculé avec Kernel 95 et le facteur Hmoyen qui figure dans la colonne de droite en gras) :

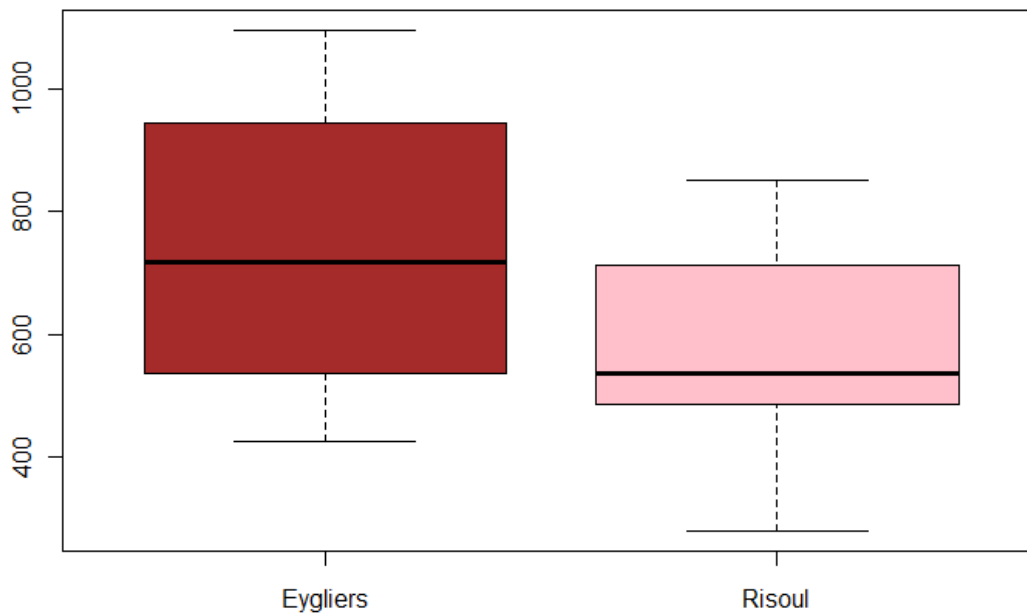
Animal	NB localisations	Prépa Tables	forme DV	Hmoyen	Kernel 50	<b>Kernel 95</b>
MnaF149	44	OK	2cu	262.3362955	106.7331	<b>536.177</b>
MnaF346	24	OK	2n	262.3362955	109.0892	<b>459.7332</b>
MnaF429	59	OK	2bvn	262.3362955	80.88102	<b>425.74868</b>
MnaF469	63	OK	2cu	262.3362955	209.7734	<b>1058.4023</b>
MnaF548	51	OK	2bvn	262.3362955	160.9495	<b>1094.7464</b>
MnaF653	58	OK	2bvn	262.3362955	168.9267	<b>716.5461</b>
MnaF696	46	OK	2bvn	262.3362955	203.4263	<b>846.0915</b>
MnaF735	58	OK	2bvn	262.3362955	110.6346	<b>697.0585</b>
MnaF777	58	OK	2bvn	262.3362955	246.1883	<b>920.7829</b>
MnaF788	54	OK	2n	262.3362955	57.53064	<b>279.78824</b>
MnaF795	45	OK	2n	262.3362955	273.7397	<b>967.779</b>
MnaF816	47	OK	2n	262.3362955	256.2294	<b>851.8101</b>
MnaF828	47	OK	2bvn	262.3362955	67.83888	<b>431.92828</b>
MnaF856	47	OK	2cu	262.3362955	101.8986	<b>713.29</b>
MnaF935	9	OK	2cu	262.3362955	141.3112	<b>610.6295</b>
MnaF977	52	OK	2bvn	262.3362955	82.26963	<b>484.70185</b>

La colonne de droite indique la surface du domaine vital de chaque animal, correspondant au Kernel 95 calculé avec le facteur de lissage Hmoyen

Individu	Surface du DV en ha	Colonie	Forme du DV
MnaF149	536.177	Risoul	unimodal
MnaF346	459.7332	Eyglers	bimodal
MnaF429	425.74868	Eyglers	multimodal
MnaF469	1058.4023	Eyglers	unimodal
MnaF548	1094.7464	Eyglers	multimodal
MnaF653	716.5461	Eyglers	multimodal
MnaF696	846.0915	Eyglers	multimodal
MnaF735	697.0585	Eyglers	multimodal
MnaF777	920.7829	Eyglers	multimodal
MnaF788	279.78824	Risoul	bimodal
MnaF795	967.779	Eyglers	bimodal
MnaF816	851.8101	Eyglers	bimodal
MnaF828	431.92828	Eyglers	multimodal
MnaF856	713.29	Risoul	unimodal
MnaF935	610.6295	Risoul	unimodal
MnaF977	484.70185	Risoul	multimodal
<b>Moyenne</b>	<b>693.5 ±246,5</b>		

Surfaces (Kernel95 Hmoyen) et formes des domaines vitaux des individus suivis

### Surfaces des domaines vitaux



En moyenne le DV des individus suivis représente **693.5±246 ha** (748,1 ±245,4 ha à Eyglers, N=11 individus ; 573,2 ±186,6 ha à Risoul N=5 individus)

Concernant la forme de ces DV, elle se répartit comme suit :

Forme DV	Nb individus	%age
unimodal	3	20%
bimodal	4	27%
multimodal	8	53%

La répartition des formes de DV est assez différente de celle observée pour le Murin de Natterer en forêt de plaine (Tillon 2015) :

Forme DV	Nb individus	%age
unimodal	1	5,9%
bimodal	0	0%
multimodal	16	94,1%

Sachant que les différents modèles correspondent en général à des stratégies d'utilisation de l'espace, ceci pourrait traduire une différence entre les 2 taxons (*Myotis sp.A* et *M. nattereri s.s.*).

Le modèle unimodal, privilégié par les individus de Risoul, traduirait de faibles densités pour des animaux territoriaux vivant dans des environnements relativement homogènes (Horne & Garton 2006).

#### 6.2.2.2. Forêts concernées par les domaines vitaux :

Si une partie des individus utilise un domaine vital en grande partie situé en fond de vallée, de nombreux territoires forestiers sont inclus dans les domaines vitaux des animaux.

Les surfaces respectives pour les forêts concernées sont présentées dans le tableau suivant :

Forêt	Surface des DV dans la forêt (en ha)
FC Réotier	330.02
FC Risoul	220.43
FC Saint-Crépin	172.94
FD Montdauphin	113.67
FC Saint-Clément	67.56
FC Champcella	29.42
FC Vars	28.76
FC Guillestre	3.22
<b>Total DV en forêt publique</b>	<b>966.03</b>
<b>Total DV hors forêt publique</b>	<b>2808.12</b>
Surface de l'ensemble des DV (recouvrements déduits)	3774.15



## 7. CARTOGRAPHIE DES HABITATS

En préalable à l'analyse de la sélection d'habitat par les chauves-souris suivies, il était nécessaire de disposer d'une cartographie d'habitats complète sur la totalité de la zone d'étude. En effet on ne pouvait se limiter à cartographier les seules zones fréquentées par les chauves-souris, cela nous aurait privé de la connaissance des secteurs qu'elles ne fréquentent pas et donc de mettre en évidence des types d'habitats sélectionnés ou à l'inverse évités.

La cartographie a été réalisée au cours de l'été 2016 par Thomas Michel (stagiaire Master Université Aix Marseille).

La zone cartographiée représente une surface de 5590 hectares correspondant au MCP des localisations de tous les individus suivis.

### 7.1. METHODE

#### 7.1.1. PREZONAGE

Un prézonage a été établi en se basant sur les orthophotographies de la zone pour obtenir un prédécoupage en unités visiblement homogènes.

Les principales sources de données pour effectuer cette segmentation ont été la couche BDForêt (©IGN) et les cartographies ONF des peuplements forestiers quand elles étaient disponibles.

#### 7.1.2. CHOIX DES VARIABLES

Le choix des variables à renseigner pour chaque unité de terrain décrite était guidé par l'objectif de savoir quelles variables écologiques influencent le plus la sélection de l'habitat par les chauves-souris. Les variables choisies sont des variables structurantes du milieu (type d'habitats, essences, recouvrement des différentes strates) ainsi que des variables liées aux dendro-microhabitats pour les habitats forestiers. A ces données prises sur le terrain ont été ajoutées des variables pour lesquelles les données étaient disponibles via des données SIG (données IGN, Modèle Numérique de Terrain etc.).

Le tableau ci-dessous présente la liste des variables relevées sur le terrain :

Nom de la variable	Description	Valeurs
Age_ppt	Age du peuplement	3 classes
B_mort_sol	Abondance de bois mort au sol	4 classes
B_mort_pie	Abondance de bois mort sur pied	4 classes
Loges	Abondance de loges de pics	4 classes
Fentes	Abondance de fentes (troncs ou branches)	4 classes
Ecorces	Abondance d'écorces décollées	4 classes
Habitats	Habitat naturel dominant	40types d'habitats
Pour_Hab1	Pourcentage de l'habitat	0-100
Habitat2	Habitat naturel secondaire	40types d'habitats
Pour_Hab2	Pourcentage de l'habitat	0-100
Dens_lisie	Densité de lisières dans l'unité	4 classes
Heterogen	Hétérogénéité de l'unité	4 classes
Essence_1	Nature de l'essence principale	17 essences
Pour_1	Pourcentage de l'essence principale	0-100

Essence_2	Nature de l'essence 2	17 essences
Pour_2	Pourcentage de l'essence 2	0-100
Essence_3	Nature de l'essence 3	17 essences
Pour_3	Pourcentage de l'essence 3	0-100
Essence_4	Nature de l'essence 4	17 essences
Pour_4	Pourcentage de l'essence 4	0-100
Essence_5	Nature de l'essence 5	17 essences
Pour_5	Pourcentage de l'essence 5	0-100
plus5essen	Présence de plus de 5 essences	OUI/NON
Strat_arb	Recouvrement de la strate arborescente	0-100
Strate_a_1	Recouvrement de la strate arbustive	0-100
Strate_ss_	Recouvrement de la strate sous-arbustive	0-100
Strate_her	Recouvrement de la strate herbacée	0-100
Observatio	Observations	Texte libre
Recouv arb	Recouvrement arboré total	0-100
Hauteur moy	Hauteur moyenne du peuplement	0-40
Type_HAB	Grand type d'habitat	10 grands types d'habitats

### 7.1.3. PARCOURS DE TERRAIN

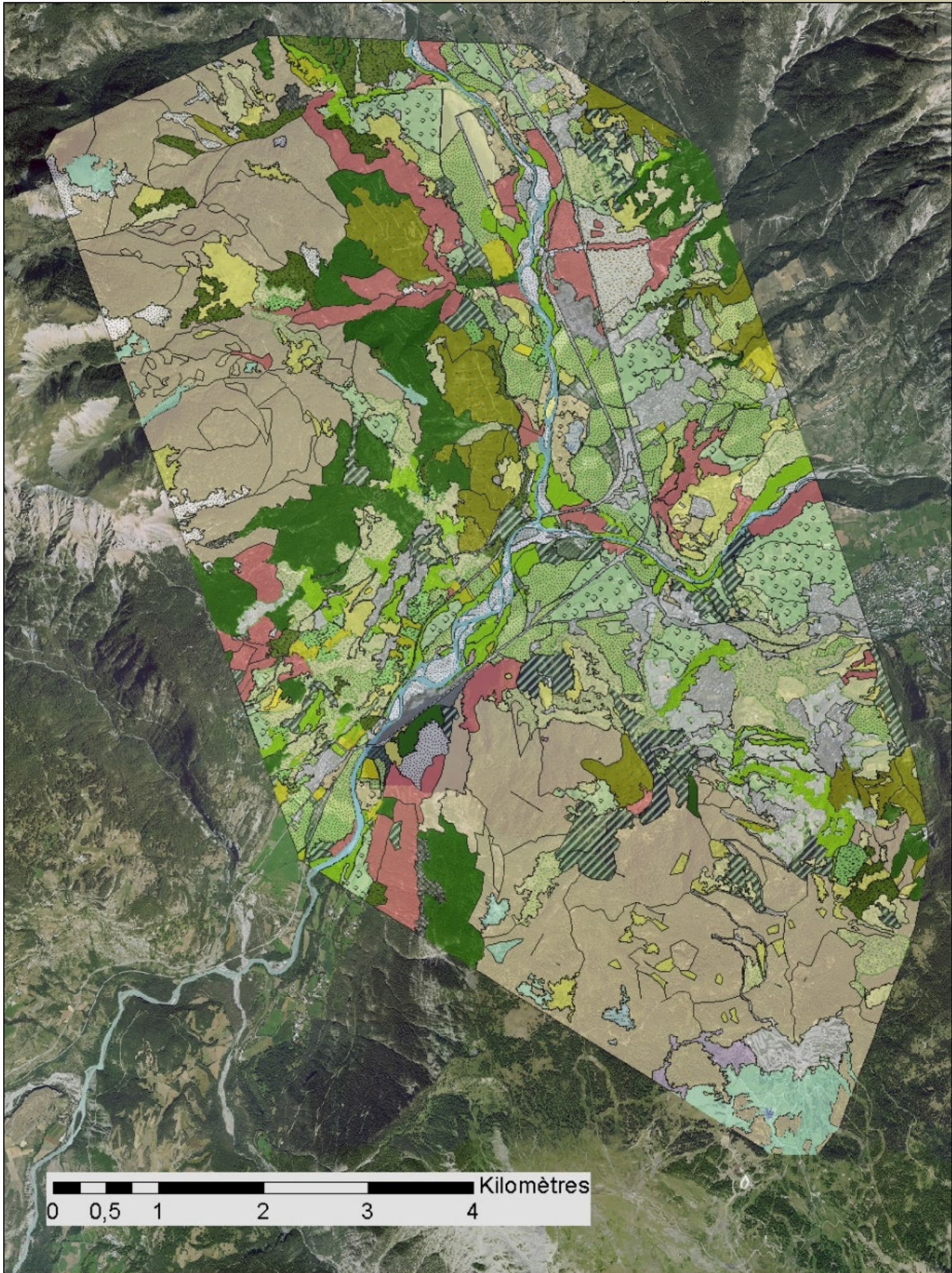
Le terrain d'étude a été parcouru avec un PC de terrain embarquant le SIG QGIS associé à un GPS. Les contours des unités ont ainsi été affinés ou redéfinis sur le terrain et les valeurs des variables descriptives choisies au préalable ont été renseignées dans une base de données.

### 7.1.4. FINALISATION DE LA CARTE

La carte a été finalisée à l'aide du logiciel ArcGIS 10 en intégrant toutes les données de terrain et en affinant par photo-interprétation pour certaines zones difficilement accessibles.

## 7.2. RESULTATS

Pour la seule variable "habitats" la carte des habitats naturels de la zone d'étude figure ci-dessous à titre indicatif (légende page suivante), elle permet d'appréhender la diversité des milieux et la structuration dans l'espace des grands ensembles.



<b>Habitats naturels</b>	
	Bancs de graviers
	Bocages
	Bois de feuillus divers
	Carrieres/Gravieres
	Cultures
	Eaux stagnantes
	Eboulis
	Falaises
	Forets caducifolies
	Forets de coniferes
	Forets de pin sylvestres
	Forets mixtes
	Formations a genevrier thurifere
	Landes et fruticées
	Friches et zones ruderales
	Garrigues supramediterraneennes
	Haies
	Marais et tourbieres et prairies humides
	Megaphorbiaies
	Melezins et cembraies
	Parcs et jardins
	Pelouses seches et mesophiles
	Pelouses subalpines
	Plantations de pins noirs
	Prairies artif
	Prairies artificielles et cultures
	Prairies de fauche
	Prebois resineux
	Recrus feuillus
	Ripisylves
	Rivieres
	Routes chemins
	Vergers
	Villages

## 8. ETUDE DE LA SELECTION D'HABITAT PAR LA METHODE K-SELECT

Cette étape a été réalisée au cours de l'hiver 2016-2017 avec l'assistance de Laurent Tillon.

### 8.1. OBJECTIF

Un des objectifs principaux de cette étude était de savoir quels milieux naturels les chauves-souris étudiées ont fréquenté en priorité au cours des nuits étudiées. La connaissance de cette sélection est une base précieuse pour envisager une gestion conservatoire des populations à l'échelle du paysage. Les études de la sélection d'habitat se sont longtemps limitées à une description des localisations utilisées par les animaux. Or l'intégration de ces données à l'échelle du paysage est bien plus instructive permettant réellement de savoir quels habitats sont sélectionnés au détriment d'autres.

Les étapes de définition du domaine vital et l'obtention de données sur les habitats de l'ensemble de la zone d'étude sont des préalables indispensables à la réalisation de l'étude de sélection d'habitat. Ces étapes étaient l'objet des chapitres précédents.

### 8.2. METHODES

#### 8.2.1. PRINCIPES DE LA K-SELECT

L'analyse méthodologique de Tillon (2015) a permis de mettre en évidence l'intérêt de la méthode de la K-select développée par Calenge et al. (2005) pour les études de sélection d'habitat chez les chiroptères forestiers (dont *Myotis nattereri*). On se reportera à Tillon (2015) pour plus de détails sur les choix les plus pertinents quant à l'application de cette méthode de la K-select.

La sélection des habitats a été analysée en représentant l'espace disponible pour chaque individu via un Polygone Convexe Minimum (MCP) (Hayne 1949; Mohr 1947) entouré d'une zone tampon de probabilité de présence de 100m (Tillon 2015).

Les analyses par K-select ont ensuite été mises en œuvre sur les localisations individuelles en utilisant les packages adehabitat, adehabitatHR et adehabitatHS (Calenge 2006; Calenge 2012) pour le logiciel R. Cette méthode exploratoire autorise autant les variables catégorielles que qualitatives ou quantitatives.

L'utilisation des habitats a été quantifiée par comptage des points de présence sur chacune des cellules de la grille au sein de la zone disponible et accessible à chaque individu (MCP avec la zone tampon) (Calenge, Dufour, and Maillard 2005). L'association de la K-select avec ce mode de représentation du domaine vital (MCP avec les zones tampon) apporte les meilleures prédictions de sélection d'habitat de 3<sup>e</sup> ordre de chaque individu en fonction de l'espace écologique du site d'étude pour des Chiroptères forestiers (Tillon 2015).

De façon schématique, la K-select consiste donc à analyser en tout point de la zone d'étude la probabilité d'être fréquentée par un individu X. La distribution spatiale de chaque variable est ensuite

comparée à cette probabilité, ce qui permet pour chaque individu d'obtenir pour chaque variable une valeur propre correspondant à la propension de l'animal à sélectionner ou non cette variable et ce positivement ou négativement.

L'analyse de K-select est basée sur les domaines vitaux de chaque individu calculés ici par la méthode des MCPb avec une zone tampon de 100 mètres.

L'analyse est faite pour chaque couple variable / individu

## 8.2.2. PREPARATION DES DONNEES

La K-select nécessite la transformation de toutes les données SIG en couches de type Raster et le codage de toutes les valeurs sous forme numérique.

Tous les rasters ont été générés avec des cellules (pixels) de 25m de côté.

Cette étape est assez simple pour les variables quantitatives (pourcentage de recouvrement, degré d'hétérogénéité, altitude, etc.).

Pour les variables qualitatives (essence dominante, type d'habitat par exemple), l'analyse a du se faire en deux temps :

- Vérifier que la variable (essence principale) est sélectionnée significativement par les individus
- Tester pour chaque valeur de la variable (ici pour chaque essence) la nature de la sélection (positive ou négative). Pour cela il a fallu créer une couche raster pour chaque valeur de la variable.

## 8.2.3. CHOIX DES VARIABLES

Toutes les variables relevées sur le terrain ont été analysées ainsi que des variables complémentaires disponibles par analyse SIG (principalement à partir des données de l'IGN et du MNT).

Le tableau ci-dessous liste les variables intégrées à l'analyse initiale :

Altitude	Données issues de BDD SIG	
Exposition		
Pente		
Distance au bâti		
Distance à l'eau		
Distance aux routes		
Indice NDVI		
Indice SWI		
Indice TPI_Grass		
Age		
Altitude		
Bois mort sur pied		Données recueillies sur le terrain (ou par photointerprétation pour certains polygones)
Bois mort au sol		
Ecorces décollées		
Essence1		
Essence2		
Essence3		
Fentes		
Habitat dominant		
Hétérogénéité		
Loges de pic		
+5 essences		
Strate arborescente (recouvrement)		
Strate arbustive (recouvrement)		
Strate herbacée (recouvrement)		
Strate sous-arbustive (recouvrement)		
Type d'habitats		

Des analyses plus fines ont été faites concernant deux variables : les **essences** et les **types d'habitats**. La typologie principale des habitats s'avérant trop finement détaillée pour être interprétable, les habitats ont été regroupés en 10 grands ensembles d'habitats structurant le paysage de la zone d'étude.

Les tableaux ci-dessous présentent la liste des variables retenues pour les essences dominantes et pour les grands types d'habitats

ESSENCES
Absence (aucun arbre)
Aulne blanc
Chêne pubescent
Erables
Frêne
Fruitiers cultivés
Genévrier thurifère
Mélèze
Merisier
Peuplier noir
Pin noir
Pin sylvestre
Sapin/Epicéa
Sorbiers
Tremble

Nom variable	Grand type d'habitat
bocage	Bocage
artif	Milieus artificialisés
culture	Cultures et prairies de fauche
ripisylve	Rripisylves et milieux aquatiques
f_feuillu	Boisements feuillus
f_mixte	Boisement mixtes
lande_pelouse	Landes et pelouse
mélèze	Boisements de mélèze
resineux	Boisements d'autres résineux
rocheux	Milieus rocheux

### 8.3. RESULTATS

Les tableaux suivants présentent les résultats de l'analyse de sélection d'habitat par K-select pour les 17 individus suivis.

A noter que ces tableaux doivent se lire avant tout de façon individuelle, des synthèses et interprétations seront proposées dans les paragraphes suivants.

Les premières lignes de chaque tableau présentent les valeurs de marginalité et la p-value associée pour chaque individu pour l'ensemble des variables examinées. La marginalité totale des différents individus dans l'analyse est représentée par un gradient de couleur allant du rouge foncé (marginalité faible) au vert foncé (marginalité forte).

Les lignes suivantes présentent pour chaque variable la marginalité de l'individu. Plus la valeur absolue est forte, plus la variable est sélectionnée par l'animal, soit positivement (valeur positive) soit négativement (valeur négative). Les couleurs indiquent le caractère significatif des résultats : vert foncé : pValue < 5% ; vert clair : pValue comprise entre 5% et 10% ; orange : pValue comprise entre 10% et 20%.

On considère qu'une variable est nettement sélectionnée au-delà de 20% de marginalité (Malgouyres et al. 2017).

Par ailleurs dans les analyses ultérieures seuls les individus présentant une p-value globale de marginalité inférieure à 20% ont été retenus.

A titre d'exemple :

0.862	Variable fortement et positivement sélectionnée, très bonne significativité
0.354	Variable fortement et positivement sélectionnée, significativité nulle
0.126	Variable faiblement et positivement sélectionnée, significativité moyenne
-0.229	Variable fortement et négativement sélectionnée, bonne significativité



### 8.3.1. MATRICES DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS

La matrice de l'ensemble des résultats figure en annexe 2. Seuls les résultats pour les individus contribuant significativement à l'analyse (pvalue<20%) ont été retenus ici pour plus de lisibilité

Pour les variables génériques, 5 individus sur les 13 ont une p-value inférieure à 20% (en bleu individus d'Eygliers, en rouge individus de Risoul).

Individu	MnaF735	MnaF828	MnaF856	MnaF935	MnaF977
Marginality	2.638	6.959	5.879	4.159	1.736
p-value de marginality	0.059	0.007	0.010	0.024	0.100
age	-0.57	-0.13	0.67	-0.50	0.50
alti	-0.63	-0.47	-0.28	-0.39	-0.08
b_mort_pied	-0.10	-0.78	-0.86	0.50	-0.19
b_mort_Sol	-0.21	-0.60	-0.64	0.35	-0.28
bati	0.32	-1.18	-0.26	0.07	-0.11
lisieres	-0.23	0.29	0.46	-0.42	0.37
eau	-0.32	-0.28	0.04	-0.66	-0.17
ecorces	-0.23	-0.19	-0.49	0.15	0.09
expo	0.05	0.34	-0.66	0.33	-0.34
fentes	-0.08	0.32	-0.89	-0.09	-0.17
heterogeneite	0.36	-0.18	0.11	0.54	0.28
loges	-0.10	0.39	-0.90	0.34	-0.18
NDVI	-0.43	-0.10	0.02	0.36	-0.07
pente	-0.55	-0.97	0.12	-0.31	0.01
+5 essences	0.03	0.02	0.76	0.07	0.55
routes	-0.30	-1.11	-0.36	0.90	-0.45
strate arbo	-0.36	-0.41	-0.51	0.20	-0.41
arbu	-0.37	0.08	-0.23	-0.11	0.28
herb	0.06	-0.12	-0.33	-0.04	-0.34
sous arbo	-0.37	-0.06	-0.52	0.03	-0.05
SWI	0.30	0.84	-0.38	0.96	0.20
TPI grass	0.56	0.83	-0.29	0.45	0.09

**Matrice des résultats pour les variables essences :**

Pour les essences, 5 individus sur les 13 ont une p-value inférieure à 20%.

Individu	MnaF346	MnaF429	MnaF735	MnaF828	MnaF935
Marginality	1.21	0.99	1.59	2.62	1.03
p-value de marginality	0.09	0.11	0.07	0.03	0.11
Absence	0.60	0.79	-0.07	0.61	-0.33
Aulne blanc	-0.16	-0.34	0.15	-0.11	0.00
Chene pubescent	-0.09	-0.32	-0.12	0.76	0.00
Erables	0.00	0.00	0.23	-0.28	0.00
Frene	0.48	0.03	0.96	-0.39	0.92
Fruitiers cultivés	0.00	0.00	0.00	-0.66	0.00
Genevrier thurifere	-0.04	-0.02	-0.43	0.00	-0.21
Meleze	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Merisier	0.35	-0.25	0.19	0.06	-0.03
Peuplier noir	-0.59	-0.17	-0.08	0.02	0.00
Pin noir	-0.29	0.06	-0.35	-0.19	-0.17
Pin sylvestre	0.00	0.00	0.00	-0.94	0.00
Sapin/Epicea	-0.14	-0.18	-0.02	-0.07	0.00
Sorbiers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tremble	-0.15	-0.12	0.48	-0.27	0.00

### Matrice des résultats pour les variables types d'habitats

Pour les types d'habitats, 6 individus sur les 13 ont une p-value inférieure à 20%.

Individu	MnaF735	MnaF788	MnaF828	MnaF856	MnaF935	MnaF977
Marginality	1.365	0.732	1.161	1.078	1.464	1.890
pvalue	0.0368	0.108	0.0543	0.0594	0.0335	0.0194
bocage	-0.04	0.54	0.53	0.81	-0.58	0.54
artif	0.04	0.14	0.03	-0.09	0.67	-0.10
culture	0.43	0.00	0.47	-0.06	0.00	-0.05
ripisylve	0.86	-0.04	-0.08	0.05	-0.07	-0.07
f_feuillu	0.03	-0.61	0.10	0.00	0.43	1.01
f_mixte	-0.13	0.04	-0.08	-0.61	-0.61	-0.35
lande_pelouse	-0.34	0.04	0.00	-0.04	-0.14	-0.08
mélèze	-0.02	-0.15	-0.47	-0.17	0.16	-0.66
resineux	-0.55	-0.14	-0.32	-0.04	0.28	-0.03
rocheux	-0.03	0.00	-0.55	0.00	0.00	0.00

### 8.3.2. SYNTHESES PAR VARIABLE

Les résultats bruts de la K-select présentés ci-dessus sont assez denses et nécessitent d'être synthétisés pour envisager des interprétations en termes d'utilisation des milieux par les chauves-souris étudiées. Pour chaque variable, le nombre d'individus répondant significativement à la variable a été comptabilisé afin de dégager les variables les plus sélectionnées. Une variable fortement sélectionnée peut l'être de façon uniforme (positivement ou négativement) ou au contraire de façon diverse selon les individus.

Le tableau ci-dessous présente ces éléments pour chaque variable ainsi qu'une brève interprétation du sens de ces chiffres.

#### Variables de structure

Variable	Individus réponse significative et positive	Individus réponse significative et négative	Interprétation
Age	2	2	L'âge du peuplement est diversement sélectionné
Altitude	0	4	Données fortement corrélées à une basse altitude pour presque tous les individus
b_mort_pied	1	3	Variable négativement sélectionnée (mais conditionnée à la présence d'un peuplement)
b_mort_Sol	1	4	Variable négativement sélectionnée (mais conditionnée à la présence d'un peuplement)
bati	1	2	Sélection de sites proches de bâtiments (réponse négative = sélection de valeurs faibles de la distance au bâti)
lisieres	3	2	Variable sélectionné de façon diverse selon les individus
eau	0	4	Proximité de l'eau assez fortement sélectionnée (réponse négative = sélection de valeurs faibles de la distance à l'eau)
ecorces	1	4	Variable négativement sélectionnée (mais conditionnée à la présence d'un peuplement)
fentes	0	3	Variable négativement sélectionnée mais conditionnée à la présence d'un peuplement
heterogeneite	3	1	Variable fortement sélectionnée (mais peu porteuse d'information dans cette première analyse)
loges	2	2	Variable sélectionnée de façon diverse selon les individus
NDVI	1	1	Variable peu sélectionnée
pente	0	3	Pentes faibles sélectionnées
+5 essences	2	0	Diversité d'essences fortement sélectionnée mais par un faible nombre d'individus
routes	1	4	Proximité aux routes fortement sélectionnée
strate arbo	1	4	Strate arborescente ouverte (voire inexistante) fortement sélectionnée
arbu	1	2	Strate arbustive ouverte (voire inexistante) diversement sélectionnée
herb	0	2	Variable peu sélectionnée et plutôt négativement
sous arbo	0	2	Variable peu sélectionnée et plutôt négativement
SWI	4	1	Réponse forte et positive à l'indice SWI (humidité des sols)
TPI grass	3	1	Variable sélectionnée positivement

## Types d'habitats

Type d'habitat	Individus réponse significative et positive	Individus réponse significative et négative	Interprétation
Bocage	4	1	habitat nettement sélectionné
Artif	2	0	habitat sélectionné par un nombre réduit d'individus
Culture	2	0	habitat sélectionné par un nombre réduit d'individus
Ripisylve	1	0	habitat peu sélectionné
f_feuillu	2	1	habitat diversement sélectionné
f_mixte	0	4	habitat fortement évité
lande_pelouse	0	2	habitat évité
Mélèze	1	3	habitat évité
Resineux	1	3	habitat évité
Rocheux	0	1	évité mais peu significatif

## Essence principale

Essence	Individus réponse significative et positive	Individus réponse significative et négative	Interprétation
Absence	3	1	Etat boisé globalement plutôt évité
Aulne blanc	1	3	Essence plutôt évitée
Chêne pubescent	1	3	Essence plutôt évitée
Erables	1	1	Essence peu sélectionnée
Frêne	4	1	Essence fortement sélectionnée
Fruitières cultivées	0	1	Essence globalement peu sélectionnée mais plutôt évitée
Genévrier thurifère	0	2	Essence globalement peu sélectionnée mais plutôt évitée
Mélèze	0	0	Essence non sélectionnée
Merisier	3	1	Essence plutôt sélectionnée positivement
Peuplier noir	1	3	Essence plutôt évitée
Pin noir	1	4	Essence fortement évitée
Pin sylvestre	0	1	Essence peu sélectionnée
Sapin/Epicéa	0	4	Essence évitée
Sorbiers	0	0	Essence peu sélectionnée
Tremble	1	3	Essence plutôt évitée

## 8.4. DISCUSSION

Les résultats nous conduisent à des interprétations de deux natures : réponses écologiques et artefacts méthodologiques.

### 8.4.1. ANALYSE PAR VARIABLE

Au vu des résultats, nous discutons ici pour chaque variable l'interprétation qui peut en être tirée. Toutes les variables ne sont pas traitées, seules celles présentant une réponse pertinente ou au contraire celles peu sélectionnées mais pour lesquelles les impressions de terrain nous laissaient attendre une réponse plus forte.

#### 8.4.1.1. Sélection des essences principales (essence 1)

##### Sélection positive

Le **Frêne** et le **Merisier** sont les essences les plus sélectionnées, mais le nombre d'individus concernés reste faible.

La présence de ces essences dans le bocage, les milieux de lisières complexes et les accrus est cohérente avec le reste des résultats.

##### Sélection négative (évitement)

Le **Pin noir**, est l'essence la plus fortement évitée, sans doute en raison de la pauvreté biologique des peuplements qu'il constitue mais aussi en raison de sa présence sur des stations plutôt sèches qui semblent globalement évitées.

Les essences de la ripisylve sont assez évitées également (aulne blanc, peuplier noir). Ce résultat est assez étonnant, toutefois il faut souligner qu'ils sont évités en tant qu'**essence principale** or ils peuvent souvent être des essences d'accompagnement à l'échelle du polygone cartographié. Une analyse sur les essences secondaires donnerait peut-être un résultat différent.

#### 8.4.1.2. Habitats sélectionnés

##### Sélection positive

Trois habitats sont nettement sélectionnés par les individus suivis :

##### **Bocage**

Sous cet intitulé sont englobées toutes les petites parcelles agricoles entourées de haies ou de bosquets dont la surface était trop petite pour individualiser des unités de "prairie et culture", "pelouse" ou autres milieux ouverts. Il s'agit en général d'un maillage assez dense de milieux ouverts et arborés.

##### **Prairies de fauche et cultures**

Dans le contexte du site il faut s'imaginer un système agricole extensif avec surtout des prairies de fauche semi-naturelles, généralement irriguées mais peu amendées ainsi que quelques cultures en grande partie fourragères (luzerne surtout) et quelques cultures de céréales essentiellement destinées à l'alimentation du bétail.

Ces deux premiers habitats, les plus fortement sélectionnés, sont les milieux les mieux représentés autour des gîtes, aussi bien à Eygliers qu'à Risoul.

### **Forêts feuillues**

Les forêts feuillues du secteur sont essentiellement des accrus récents riches en essences mélangées, les essences feuillues forestières classiques (hêtre, chênes sessiles ou pédonculées, charme) étant totalement absente de cette zone des Alpes Internes. Cette sélection confirme la recherche d'habitats riches, frais et diversifiés.

A ces habitats s'ajoutent les **milieux artificialisés**. Ceci traduit sans doute la forte présence de ces milieux (routes, villages, hameaux etc.) dans les zones de fond de vallée. L'échelle de cartographie conduit à englober dans cette unité les parties naturelles (jardins, bords de routes, etc.) de cet ensemble globalement anthropisé.

### **Sélection négative (évitement)**

Les trois habitats les plus évités sur la zone d'étude sont les suivants :

Forêts mixtes, mélézins et forêts de Résineux

L'évitement (qui reste modéré si l'on regarde finement les données) de ces milieux traduit en **fait une préférence des individus suivis pour les milieux semi-ouverts et un évitement global de la forêt**. Ces trois habitats constituent en effet à eux seuls l'immense majorité des forêts de la zone analysée, en particulier en altitude.

### **8.4.1.3. Variables génériques**

#### **Sélection positive**

- **L'hétérogénéité** est fortement sélectionnée. Il s'agit de l'hétérogénéité au sein du polygone décrit.
- **Les lisières** sont globalement plutôt sélectionnées. Cette variable traduit la densité de lisières à l'échelle du polygone décrit.
- Les individus suivis évitent donc les grands habitats homogènes quelle que soit leur nature et favorisent des mosaïques de milieux.
- La présence de **plus de 5 essences** au sein des unités est également sélectionnée assez fortement. Cette donnée est en lien avec la précédente, traduisant le choix de milieux riches et diversifiés, hétérogènes. Une telle diversité d'essences s'observe en particulier dans les systèmes bocagers, les accrus mixtes, les haies et les peuplements de lisière de massif.
- Le SWI (**indice d'humidité des sols**) est bien sélectionné, traduisant une affinité pour les secteurs les plus frais de la zone d'étude ou surtout un évitement des zones les plus sèches. Une analyse des localisations confirme en effet un évitement des secteurs d'adret aux pentes les plus sèches.
- Dans le même registre, une faible **distance à l'eau** est sélectionnée par les individus, dont la plupart chassent de préférence non loin des cours d'eau.

#### **Sélection négative (évitement)**

- **Altitude** : les gîtes des deux colonies sont situés à des altitudes relativement basses (889 m à Eygliers et 1285 m à Risoul) en situation de fond de vallée pour Eygliers et de bas de versant pour Risoul. Le fond de vallée est globalement plat et les bas de versants peu pentus. Les

sommets alentours dépassent les 3000 mètres et la forêt s'élève jusqu'à plus de 2300 mètres sur certains versants.

- La situation des gîtes en fond de vallée couplée à une dispersion des individus allant décroissant au-delà de 400 mètres du gîte explique la sélection négative de l'altitude. Cette sélection aurait pu avoir un sens écologique avec des colonies situées en altitude et des individus chassant à basse altitude (ou une altitude sélectionnée positivement) mais dans notre cas l'explication du résultat est essentiellement topographique.
- Il en est de même pour la **pente**, fortement évitée, ceci s'expliquant par le fond de vallée très plat au milieu duquel se situe le gîte d'Eyglis et les valeurs de pente croissante quand on s'en éloigne. Là encore pas d'interprétation écologique possible.
- Strates ligneuses : le recouvrement des strates de végétation arborée, arbustive et sous-arbustive est sélectionné négativement. Cela traduit une préférence de l'espèce pour les habitats semi-ouverts à ouverts.

## 8.4.2. QUESTIONS METHODOLOGIQUES

### 8.4.2.1. Contraintes de méthode liées à la diversité des milieux

La zone d'étude abrite des milieux très diversifiés : milieux aquatiques, ouverts, forestiers, rocheux, artificialisés. Cette richesse implique une grande diversité des structures et un nombre réduit d'éléments commun à tous les milieux.

De ce fait de nombreuses variables peuvent présenter une corrélation forte avec certains habitats. Ainsi toutes les variables portant sur les micro-habitats forestiers ou le recouvrement des strates de végétation ligneuses sont fortement liées à la présence de forêts ou à minima de boisements linéaires. Et chaque localisation située dans un habitat ouvert aura tendance à tirer les résultats de l'analyse vers une sélection négative de cette variable

Le choix de ces variables paraissait pertinent pour étudier une espèce réputée forestière mais la diversité des milieux et la forte représentation des localisations dans les milieux ouverts et semi-ouverts orientent fortement les résultats et nuisent à la lisibilité de la sélection de ces variables au sein de la forêt.

La méthode de la K-select nécessitant la prise en compte de la totalité des MCP, elle rend donc ces variables liées à la présence de forêt moins pertinentes.

On se retrouve avec des variables (par exemple la quantité de bois mort) qui apparaissent comme évitées alors que ce sont plus généralement les boisements qui le sont.

### 8.4.2.2. Contraintes liées à la géographie du site

#### Dispersion des points autour des gîtes

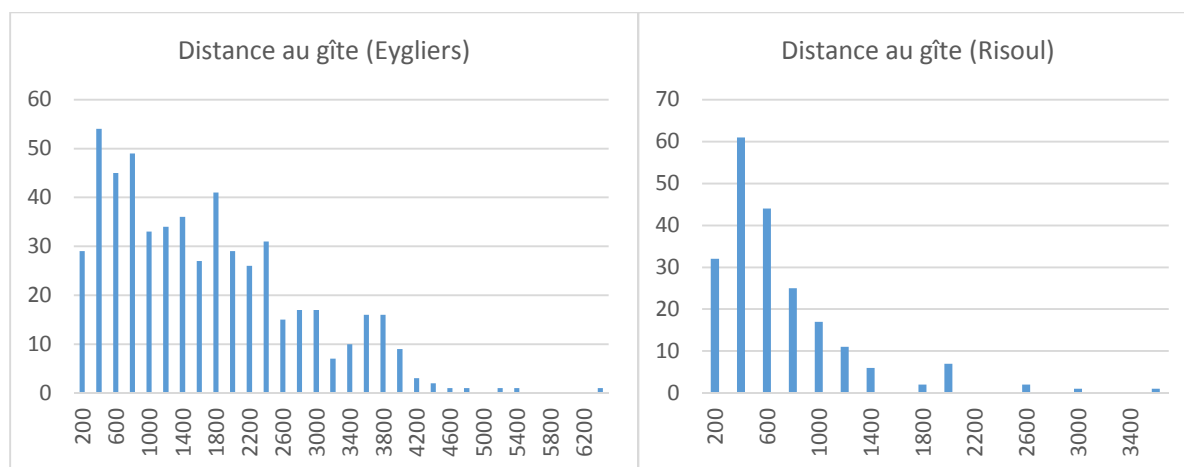
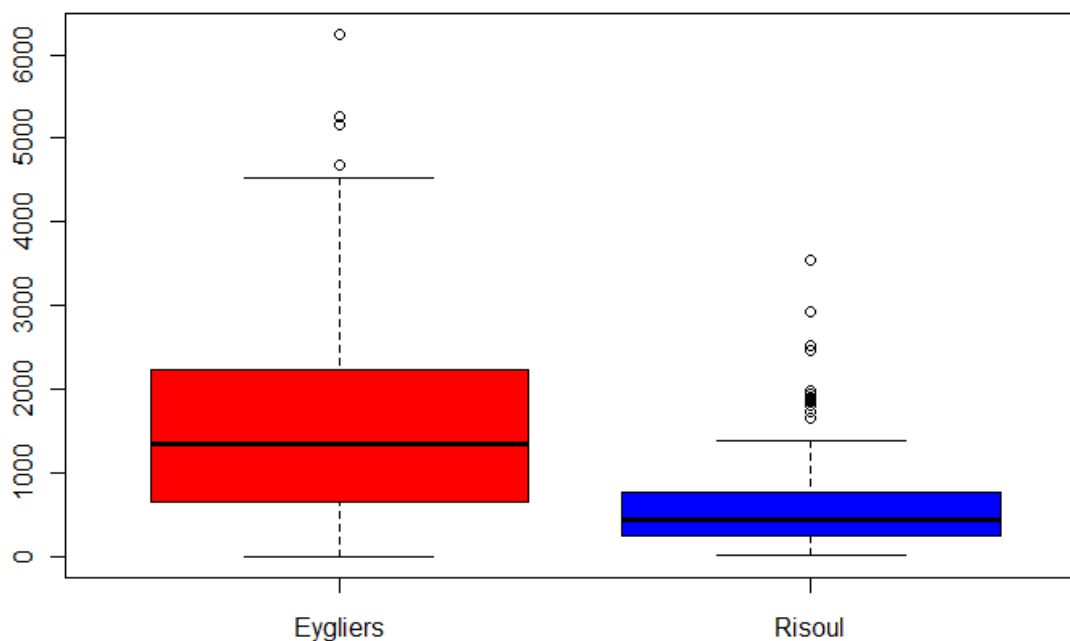
L'analyse de la répartition des points de localisation autour des gîtes des colonies peut permettre de détecter d'éventuels biais.

La nature des milieux et la topographie à proximité du site ont sans doute une grande influence dans l'analyse. En effet il semble qu'un grand nombre de localisations soient relativement proches du site.

Distance au gîte des localisations		
	Eyglis	Risoul
<b>Moyenne</b>	<b>1574.4</b>	<b>595.7</b>
Ecart-type	1114.8	524.8
<b>Maximum</b>	<b>6238.1</b>	<b>3539.9</b>



### Distance au gîte des localisations



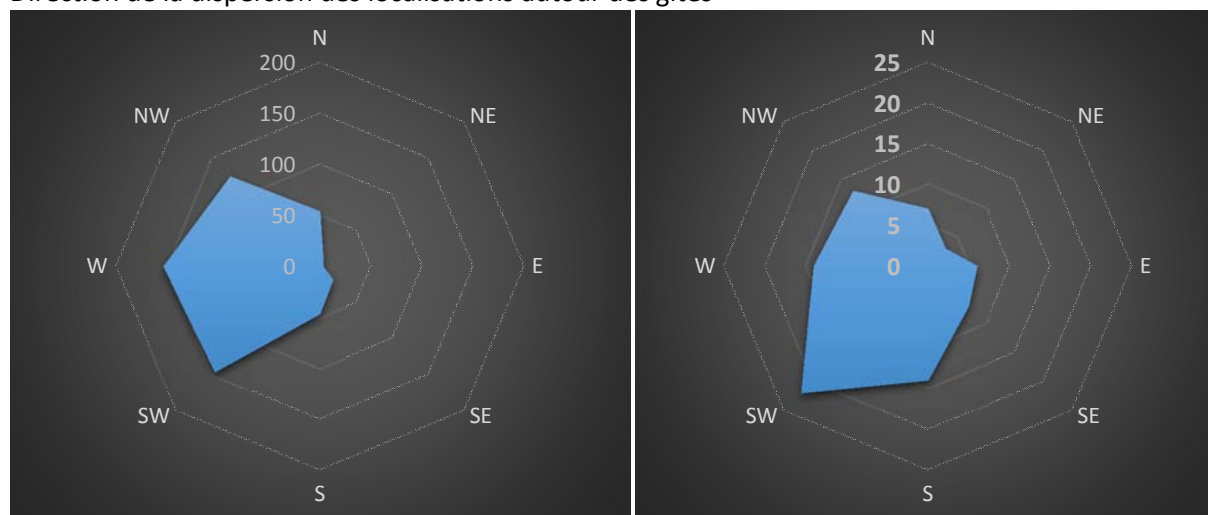
Bien que la moyenne soit de l'ordre du kilomètre ( $1305 \pm 1080$  m pour l'ensemble des localisations), pour les deux colonies c'est la classe **de 200 à 400m du gîte** qui concentre le plus de localisation, au-delà on observe une décroissance presque continue en s'éloignant du gîte.

Dans les 2 cas on observe un nombre limité de localisations au gîte qui pourraient perturber l'analyse, aussi ces données ont-elles été conservées.

Par ailleurs les observateurs de terrain ont noté chaque nuit une tendance nette des animaux à circuler dans un rayon restreint autour du gîte à certaines heures (en particulier avant le retour définitif au gîte le matin).

Cette préférence pour la proximité du gîte favorise dans l'analyse les milieux proches du gîte (bocage et milieux agricoles) au détriment de tous les milieux qui en sont éloignés (forêts).

### Direction de la dispersion des localisations autour des gîtes



**Azimuths des localisations depuis les gîtes d'Eygliers (à gauche) et Risoul (à droite)**

La distribution des azimuths des localisations n'est clairement pas homogène, en particulier dans le cas d'Eygliers où les Orientations Nord-Est à Sud ne totalisent que 4,7% des localisations contre 33% attendus si la répartition était homogène.

Ces données traduisent une utilisation du territoire très orientée vers certains secteurs, qui s'expliquent en partie par la présence de reliefs pouvant constituer des obstacles topographiques mais pas uniquement.

#### 8.4.2.3. Contraintes liées à l'échantillonnage

Les individus des deux colonies ont été traités ensemble dans l'analyse alors qu'il y a sans doute un fonctionnement différent avec peut-être un comportement plus forestier de la colonie de Risoul. Le nombre d'individus équipés à Risoul était toutefois insuffisant pour mener deux analyses disjointes (difficulté de capture sur la colonie de Risoul). Par ailleurs il est tout de même probable que ces deux groupes échangent entre eux à d'autres périodes de l'année.

Les valeurs individuelles des animaux capturés sur Risoul montrent d'ailleurs ces différences :

#### 8.4.2.4. Synthèse sur la méthode

Certains des résultats issus de l'analyse par k-select nous ont semblé étonnants au regard des impressions et des ressentis lors de la phase de terrain.

Il faut ainsi à notre avis relativiser la "dilution" des localisations situées dans des modalités de variables très représentées.

A titre d'exemple, le mélézin et les boisements résineux représentent des surfaces considérables de la zone d'étude mais essentiellement à sa périphérie, donc à des distances et des dénivélés importants des gîtes. Ils sont donc surestimés en tant qu'habitats disponibles alors que leur utilisation par les chauves-souris constitue un effort conséquent et donc une véritable sélection par rapport aux habitats bien représentés à proximité immédiate du gîte. Reste à savoir si la sélection du gîte peut être d'emblée interprétée comme une sélection des habitats situés à proximité.

A l'inverse, une essence comme le Peuplier noir (ou un habitat comme le bocage) est essentiellement présente en bas de versant et fond de vallée.

Ces considérations nous amènent à relativiser l'intérêt de la méthode de la k-select (ou au moins à la prudence dans son interprétation) pour des sites d'étude à configuration similaire : grande diversité d'habitat et fortes corrélations entre la distribution de certaines variables et la localisation des gîtes. De nombreux sites de montagne sont susceptibles d'être confrontés aux mêmes difficultés d'interprétation.

Au final nous suggérons de privilégier l'utilisation de cette méthode sur des sites au relief modéré et d'utiliser des variables dont la précision est adaptée à leur répartition sur le site.

Ainsi dans un site uniquement forestier l'analyse de variables dendrométriques fines sera pertinente alors que dans une mosaïque de milieux ouverts et boisés, les variables liées aux seuls boisements (ou aux seuls milieux ouverts) ne peuvent être analysées correctement.

Enfin lorsque la prise en compte ou non des localisations à proximité des gîtes est à étudier attentivement. Dans certains cas où les animaux rentrent au gîte sans chasser à proximité les localisations au gîte peuvent biaiser les résultats en analysant les milieux à proximité immédiate du gîte comme sélectionnés alors qu'ils ne le sont que pour le transit. Dans notre cas le travail de terrain a montré une chasse active et récurrente aux abords même du gîte et ces localisations ont donc été conservées. Les milieux autour des gîtes doivent donc dans ce cas bien être considérés comme des terrains de chasse à part entière et être intégrés à l'analyse.

Enfin il aurait été souhaitable d'avoir un jeu de données plus conséquent pour mettre en évidence des différences plus nettes dans la sélection d'habitats entre les 2 colonies.

## 9. BILAN ET CONCLUSIONS

Cette étude est à l'heure de la rédaction de ce document une des premières concernant les gîtes et terrains de chasse de l'espèce étudiée (*Myotis* sp.A du complexe de *Myotis nattereri*), les études antérieures n'ayant été attribuées qu'au complexe *M. nattereri* sensu lato.

Ce travail a permis de mettre en évidence certains éléments de l'écologie de l'espèce dans le contexte des Alpes Internes, pour des femelles en période d'allaitement des jeunes.

### 9.1. GITES

Tous les gîtes observés sont en bâtiment, dans des parpaings troués, comme ce fut le cas lors de l'étude de 2011 (Drousie 2012). Aucun gîte arboricole n'a été observé. Cette préférence pour des gîtes en bâti est peut-être liée à une forte disponibilité dans le secteur des captures comme elle peut indiquer une caractéristique propre à l'espèce. Ce type de gîte est toutefois déjà documenté pour *Myotis nattereri sensu lato* dans des régions où il s'agit probablement de *M. nattereri sensu stricto*, par exemple en Lorraine (CPEPESC Lorraine 2009)

La méthode consistant à recapturer en sortie de gîte conduit à ne reposer que sur les premiers individus capturés pour déterminer le type de gîte suivi et non sur le nombre total des individus suivis cependant la caractérisation des types de gîtes utilisée par l'espèce n'était pas l'objet initial de ce travail.

L'hypothèse de la faible disponibilité de gîtes arboricoles est également à envisager mais ne paraît pas crédible dans le contexte local où de nombreux peuplements de la zone d'étude ne font l'objet d'aucune sylviculture et abritent de nombreux arbres sénescents, morts ou présentant de nombreux microhabitats globalement favorables aux chiroptères.

### 9.2. DOMAINES VITAUX

La **surface** moyenne des domaines vitaux calculée (avec la méthode Kernel95 Hmoy) pour les individus suivis est la suivante :

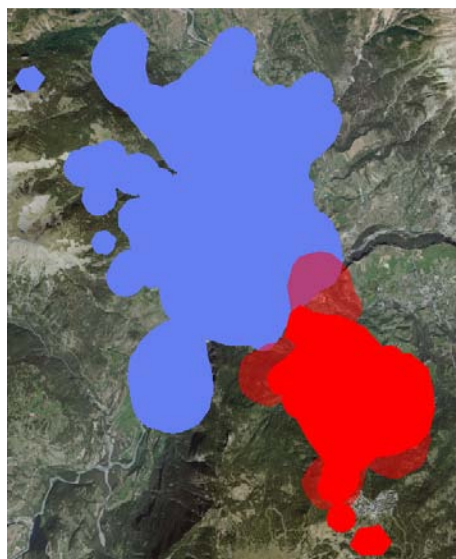
**693.5 ±246,5 ha** (748,1 ±245,4 ha à Eyglers, 573,2 ±186,6 ha à Risoul)

A titre de comparaison l'étude de Tillon (2015) en forêt de Rambouillet aboutit à un résultat de 83,99±49,40 ha en moyenne pour l'espèce et de **92,61±54,91 ha** pour les femelles allaitantes, avec une méthode de calcul identique (Kernel95Hmoy).

Nous sommes donc là sur des valeurs beaucoup plus élevées avec des domaines vitaux 6 à 9 fois plus grands dans le Guillestrois que dans les forêts de plaine du Nord de la France (où l'on a probablement affaire à du *M. nattereri s.s.*).

La répartition des **formes** de domaines vitaux est également très différente de celle observée en contexte de forêts de plaine avec ici une meilleure représentation des DV bimodaux et unimodaux, ceci en lien possible avec la taille des DV elle-même.

Un fait intéressant est l'absence presque totale (à un individu près) de recouvrement des domaines vitaux des individus des deux colonies suivies alors qu'au sein d'une colonie les femelles allaitantes ont de larges parties de leurs DV en commun. Cette donnée pourrait suggérer une **territorialité** entre les deux colonies. Cette donnée mériterait le suivi d'un plus grand nombre d'individus pour être validée.



*Représentation des DV cumulés des deux colonies illustrant l'absence presque totale de recouvrement entre les DV des colonies. Le seul individu de Risoul (DVx en rouge) en recouvrement avec la colonie d'Eyglies (DVx en bleu) est figuré avec une transparence pour plus de lisibilité.*

Ces différences nettes de surfaces des domaines vitaux et d'éloignement des terrains de chasse au gîte sont à mettre en relation avec la corpulence des individus : à Risoul, où les DV sont plus réduits et la distance au gîte des localisations bien inférieure, les individus ont un Indice de Masse Corporelle significativement supérieur. Ceci pourrait traduire une meilleure qualité des milieux autour du gîte de Risoul permettant de réduire les déplacements moindres au sein d'habitats peut-être plus favorables. Ces résultats sont cohérents avec ceux observés sur le Murin de Natterer s.s. en forêt de Rambouillet chez des femelles non reproductrices, les individus à l'IMC le plus bas étaient ceux ayant les DV les plus grands (Tillon 2015).

### 9.3. TERRAINS DE CHASSE

L'analyse des terrains de chasse par l'étude de sélection d'habitats met en évidence **une forte affinité de l'espèce pour les milieux semi-ouverts, hétérogènes, diversifiés, riches et frais**. Les secteurs bocagers autour de prairies de fauches, de cultures de fourrages et de pâturages d'intersaison sont nettement privilégiés sachant que cette dénomination de notre typologie inclut également de nombreux bosquets d'essences variées.

**Le rôle de la forêt est bien moindre qu'attendu mais sans doute sous-estimé** par la méthode d'analyse.

Les peuplements feuillus, rares dans la zone d'étude, sont privilégiés. Il s'agit souvent d'accrus feuillus en lisière de massif, de boisements riverains, de bosquets mélangés et de ripisylve.

Parmi les essences, le pin noir apparaît comme fortement évité alors que le peuplier noir est recherché. Les essences dominantes que sont le mélèze et les pins ne sont pas particulièrement recherchées et apparaissent même comme évitées mais là encore l'analyse de la méthode conduit à relativiser ce résultat.

La grande diversité des milieux fréquentés et la préférence pour les milieux semi-ouverts n'a pas permis d'appréhender la sélection de caractères dendrométriques ou de microhabitats plus finement en raison de leur lien avec des habitats peu favorisés ou évités.

Ces résultats sont là aussi à mettre au regard des différences nettes d'indice de masse corporelle constaté entre les deux colonies pouvant traduire une meilleure qualité globale des habitats autour du gîte de Risoul, pour lequel les individus sont moins sélectifs sur les essences mais le sont sur les habitats.

Ce travail a permis également de préciser l'intérêt et les limites des méthodes d'analyses et notamment de la k-select en contexte de site de montagne hautement diversifié. La topographie du site et la localisation des gîtes au cœur des terrains de chasse sont des facteurs qui compliquent grandement l'analyse des résultats issus de cette méthode.

Ce travail rappelle également la nécessité de réaliser des sessions de terrain très encadrées et la réflexion en amont quant aux données à recueillir.

## 9.4. CONSEQUENCES EN TERMES DE GESTION

### 9.4.1. EN FORET

Bien que l'espèce s'avère au final bien moins forestière que dans d'autres contextes, les résultats nous donnent tout de même quelques enseignements qui confirment l'intérêt de certaines mesures habituellement préconisées pour une gestion forestière intégrant la biodiversité.

- Optimiser les capacités d'accueil du **petit bâti en forêt**

Les petits bâtiments en forêts bénéficient en général d'une grande quiétude et sont situés au cœur de terrains de chasse souvent favorables aux chauves-souris. Leur conservation peut être très intéressante. Au-delà de leur conservation, leur aménagement pour créer des structures favorables à l'accueil de colonies peut être envisagé (maintien ou ouverture d'accès aux combles, percement de parpaings, installation de briques, planches et autres éléments pouvant servir de gîtes (Malgouyres, à paraître)).

- Favoriser le développement et le maintien d'un **réseau de gîtes arboricoles** potentiels

Bien que les gîtes découverts lors de ce travail soient tous situés dans du bâti, le caractère arboricole du complexe de *Myotis nattereri* laisse penser que l'utilisation de gîtes arboricoles n'est pas exclue. La réflexion pour le maintien pérenne d'un réseau de gîtes potentiels mérite donc d'être envisagée d'autant qu'il sera de toute façon bénéfique pour d'autres espèces arboricoles (autres chiroptères, gliridés, insectes, oiseaux, etc.).

Ce maintien passe par la conservation d'arbres présentant ou non des microhabitats favorables jusqu'à leur sénescence (y compris dans les ouvertures pour la régénération) et la désignation d'îlots de sénescence. Ces mesures, déjà appliquées en Forêt Domaniale (mais qui est très minoritaire dans la zone d'étude) mérite d'être popularisée auprès des propriétaires forestiers, publics comme privés.

Les mélézins, fréquents dans la zone d'étude souffrent d'un déficit flagrant en la matière, en partie dû au caractère très longévif du mélèze. D'autres essences comme le tremble semblent au contraire particulièrement propices au développement rapide de micro-habitats.

Pour les terrains de chasse :

- Préserver l'**hétérogénéité** des structures et le **mélange d'essences**

Une grande diversité d'essences est privilégiée par les chauves-souris suivies. Cette diversité se constate principalement en lisière des peuplements, aux interfaces forêt / milieux agricoles.

L'hétérogénéité des structures semble être un élément très favorable à l'espèce. En termes de gestion forestière cela peut se traduire par l'évitement de trop grandes plages uniformément fermées. En cela la gestion en futaie irrégulière avec des trouées de régénération comme elle est souvent pratiquée dans le mélèze paraît pouvoir être compatible avec le comportement observé lors de cette étude. Ce type de gestion doit toutefois s'accompagner comme évoqué ci-dessus d'une préservation des essences d'accompagnement afin d'éviter les peuplements monospécifiques et l'absence de sous-étage, ainsi que d'une réflexion globale sur le maintien d'un réseau d'arbres-gîtes potentiels.

- **Choix des essences objectif**

Le pin noir apparaissant comme nettement évité, le peu d'intérêt de cette essence en matière de biodiversité, déjà fréquemment souligné, est ici renforcé. A relativiser tout de même car la présence de cette essence est sans doute en partie corrélée avec la sécheresse des milieux, paramètre également évité par les chauves-souris suivies. Ces terrains étant généralement d'un faible intérêt en termes de production ligneuse et jouant le plus souvent un rôle de protection, un mélange d'essences adaptées à ces stations plus favorable à la biodiversité pourrait être proposé dans les plans de gestion. Dans le secteur étudié un accroissement de la proportion de chêne pubescent dans les zones de plus basse altitude pourrait conduire à une amélioration des capacités d'accueil des peuplements pour la faune.

Une mesure transversale pour préserver autant les gîtes arboricoles potentiels que des terrains de chasses de choix est la **préservation des ripisylves**. Celles du Guil et de la Durance semblent jouer un rôle important dans la vie de la colonie d'Eygliers dont tous les individus suivis incluent des portions importantes de ces ripisylves dans leurs domaines vitaux.

## 9.4.2. HORS FORET

Bien que cette étude visait initialement l'amélioration des connaissances et de la gestion d'une espèce forestière, nos résultats imposent une réflexion et la proposition de quelques pistes pour optimiser la gestion globale de l'espèce suivie hors des seules forêts.

- **Préservation des gîtes**

Comme en forêt le maintien du petit bâti est fondamental. En l'occurrence l'élément "parpaing perforé" semble un gîte de choix pour l'espèce étudiée. Peu renommé pour son aspect paysager, ce matériau a généralement tendance à être recouvert d'enduits variés mais reste bien présent dans le contexte de la zone d'étude.

Des campagnes de sensibilisation pourraient être menées, par exemple dans le cadre de la déclinaison régionale du Plan National d'Actions pour les Chiroptères, ou de l'animation du site Natura 2000. A titre d'exemple, la création de gîtes favorables par perforation active dans des bâtiments de parpaings a déjà été expérimentée avec succès dans d'autres contextes et pourrait être proposée aux propriétaires.

La conservation des vieux arbres en système bocager et dans les alignements d'arbres est également une mesure importante pour la conservation des gîtes potentiels.

- **Préservation des structures bocagères : haies, bosquets, etc.**

Les habitats semi-ouverts et le bocage semble constituer l'habitat-clé des colonies étudiées. La préservation de la structure et de la qualité de ces habitats sur le site passe d'une part par le maintien d'un pastoralisme extensif dans les bas de versants et d'autre part par une conservation des structures

arborées (haies et bosquets) en fond de vallée. La conservation des prairies semi-naturelles et la limitation des intrants agricoles (engrais : banalisation des cortèges végétaux, pesticides : diminution de la ressource alimentaire) sont sans doute également des facteurs importants.

- Franchissement de routes

Le cœur des domaines vitaux des animaux, en particulier de la colonie d'Eygliers est parcouru par un maillage routier assez dense. On peut imaginer que les traversées de route soient fréquentes aussi une action sur la sécurisation des points de passage privilégiés serait intéressante. Ce travail ne permet toutefois pas une identification fine de ce type de points de passage.

## 9.5. PERSPECTIVES

Si cette étude a permis de mieux connaître certaines caractéristiques des colonies étudiées elle laisse quelques questions en suspens et ouvre des perspectives pour des études ultérieures.

Dans la zone étudiée une meilleure caractérisation des gîtes serait intéressante. Le travail à d'autres saisons et sur des individus à statuts différents (animaux non reproducteurs, mâles, fin d'été etc.) permettrait de mieux connaître les besoins de la colonie sur l'ensemble de son cycle (hors gîtes d'hibernation, plus difficiles à appréhender avec les techniques actuelles). Cela permettrait sans doute de découvrir des gîtes arboricoles, probablement en répartissant les captures plus loin des colonies suivies jusqu'alors.

Les résultats pourront utilement être comparés à ceux obtenus sur la même espèce (*sensu stricto* cette fois) lors d'une étude dans la vallée de la Roya en 2014 pour laquelle les analyses sont encore en cours (Tillon *et al.*, non publié).

Un approfondissement de l'étude des différences entre les colonies suivies pourrait également s'avérer intéressant, les premiers résultats sur les différences d'IMC et de sélection d'habitats laissant supposer des stratégies différentes entre les individus des deux colonies en lien avec une ressource alimentaire répartie différemment.



## 10. BIBLIOGRAPHIE

Allegrini B., Puechmaille S. 2015. *Vespertilion (Myotis) latipennis* (Crespon, 1844) : un nom pour la nouvelle espèce *Myotis* sp. A du groupe *nattereri* ? Le Vespère 3 : 181-183

Burt W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24: 346-352

Calenge C. 2006. The package 'Adehabitat' for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197: 516–519.

Calenge C. 2012. Package 'AdehabitatHR.' In Home Range Estimation: A collection of tools for the estimation of animals home range. CRAN.

Calenge C., Dufour A.B., Maillard D. 2005. K-Select analysis: A new method to analyse habitat selection in radio-tracking studies. *Ecological Modelling* 186: 143–153.

Cel'uch M., Zahn A. 2008. Foraging habitats preferences of bats: New question in interpretation of bat detector data. *Vespertilio* 12: 3–9

Dietz C., von Helversen O., Nill D. 2009. L'encyclopédie des Chauves-souris d'Europe et d'Afrique du nord - Biologie, caractéristiques, protection. Collection Les encyclopédies du naturaliste. Delachaux & Niestlé. Paris

Dietz M., Dawo B., Pir J.B. 2006. Neue Erkenntnisse zum Reproduktionsstatus und Foragierverhalten der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri* (Kuhl, 1818), in Luxemburg. *Bulletin de la Société Naturaliste Luxembourgeoise* 107: 111–118

Dodds M., Bilston H. 2013. A comparison of different bat box types by bat occupancy in deciduous woodland, Buckinghamshire, UK. *Conservation Evidence* 10: 24–28.

Drousie M. 2012. Recherche de gîtes et territoires de chasse des espèces forestières de chiroptères du site Natura 2000 FR9301502 "steppique durancien et queyrassin". GCP, ONF, CCG, 85 pages

Fieberg J. & Börger L. 2012. Could you please phrase "home range" as a question? *Journal of Mammalogy*, 93: 890-902

Hayne D.W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30: 1–18

Horne J.S., Garton E.O. 2006a. Likelihood cross-validation versus least squares cross-validation for choosing the smoothing parameter in kernel home-range analysis. *Journal of Wildlife Management*, 70: 641-648.

- Horne J.S., Garton E.O. 2006b. Selecting the best home range model: an information-theoretic approach. *Ecology*, 87: 1146-1152.
- Horne J.S., Garton E.O., Sager-Fradkin K.A. 2007b. Correcting home-range models for observation bias. *Journal of Wildlife Management*, 71: 996-1001.
- Kanuch P. 2005. Roosting and population ecology of three syntopic tree-dwelling bat species (*Myotis nattereri*, *M. daubentonii* and *Nyctalus noctula*). *Biologia (Bratisl.)* 60: 579–587
- Kanuch P., Danko S., Ceľuch M., Kristin A., Pjencak P., Matis S., Smidt J. 2008. Relating bat species presence to habitat features in natural forests of Slovakia (Central Europe). *Mammal. Biol.* 73: 147–155
- LPO PACA, GECEM, GCP, 2016. Les Mammifères de PACA. Biotope, Mèze, 344 pages.
- Lundy M.G., Buckley D.J., Boston E.S.M., Scott D.D., Prodöhl P.A., Marnell F., Teeling E., Montgomery W.I. 2012. Behavioural context of multi-scale species distribution models assessed by radio-tracking. *Basic and Applied Ecology* 13: 188–195
- Malgouyres F., Tillon L., Dugas M, Bravo J.G., Sachet N., Berthier J. 2017. Etude du fonctionnement de la population de Petit rhinolophe de la forêt de Duesme (21) dans un objectif de gestion conservatoire – Rapport final, ONF Réseau Mammifères, Paris, 84 pages
- Malgouyres F., à paraître. Prise en compte de la faune dans le patrimoine bâti forestier. Guide Technique, ONF Réseau Mammifères, Paris
- Meschede A., Heller K.-G. 2003. Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe* 16: 1–248
- Mohr C.O. 1947. Table of equivalent populations of north american mammals. *American Midland Naturalist* 37: 223–247
- Park K.J., Masters E., Altringham J.D. 1998. Social structure of three sympatric bat species (Vespertilionidae). *Journal of Zoology* 244: 379–389
- Pénicaud P. 2000. Chauves-souris arboricoles en Bretagne (France): Typologie de 60 arbres-gîtes et éléments de l'écologie des espèces observées. *Le Rhinolophe* 14: 37–68.
- Pénicaud P. 2006. Enquête nationale sur les arbres-gîtes à chauves-souris arboricoles. *Mammifères Sauvages* 52: 16–18
- Puechmaille S.J., Allegrini B., Boston E.S.M., Dubourg-Savage M.-J., Evin A., Knochel A., Le Bris Y., et al. 2012. Genetic analyses reveal further cryptic lineages within the *Myotis nattereri* species complex. *Mammalian Biology* 77: 224–228
- Siemers B.M., Kaipe I., Schnitzler H.-U. 1999. The use of day roosts and foraging grounds by Natterer's bats (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) from a colony in Southern Germany. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 64: 241–245

Siemers B.M., Swift S.M. 2006. Differences in sensory ecology contribute to resource partitioning in the bats *Myotis bechsteinii* and *Myotis nattereri* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Behavioural and Ecological Sociobiology* 59: 373–380

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

Smith P.G., Racey P.A. 2005. The itinerant Natterer: Physical and thermal characteristics of summer roosts of *Myotis nattereri* (Mammalia: Chiroptera). *Journal of Zoology* 266 (2): 171–180.

Smith P.G., Racey P.A. 2008. Natterer's bats prefer foraging in broad-leaved woodlands and river corridors. *Journal of Zoology* 275: 314–322

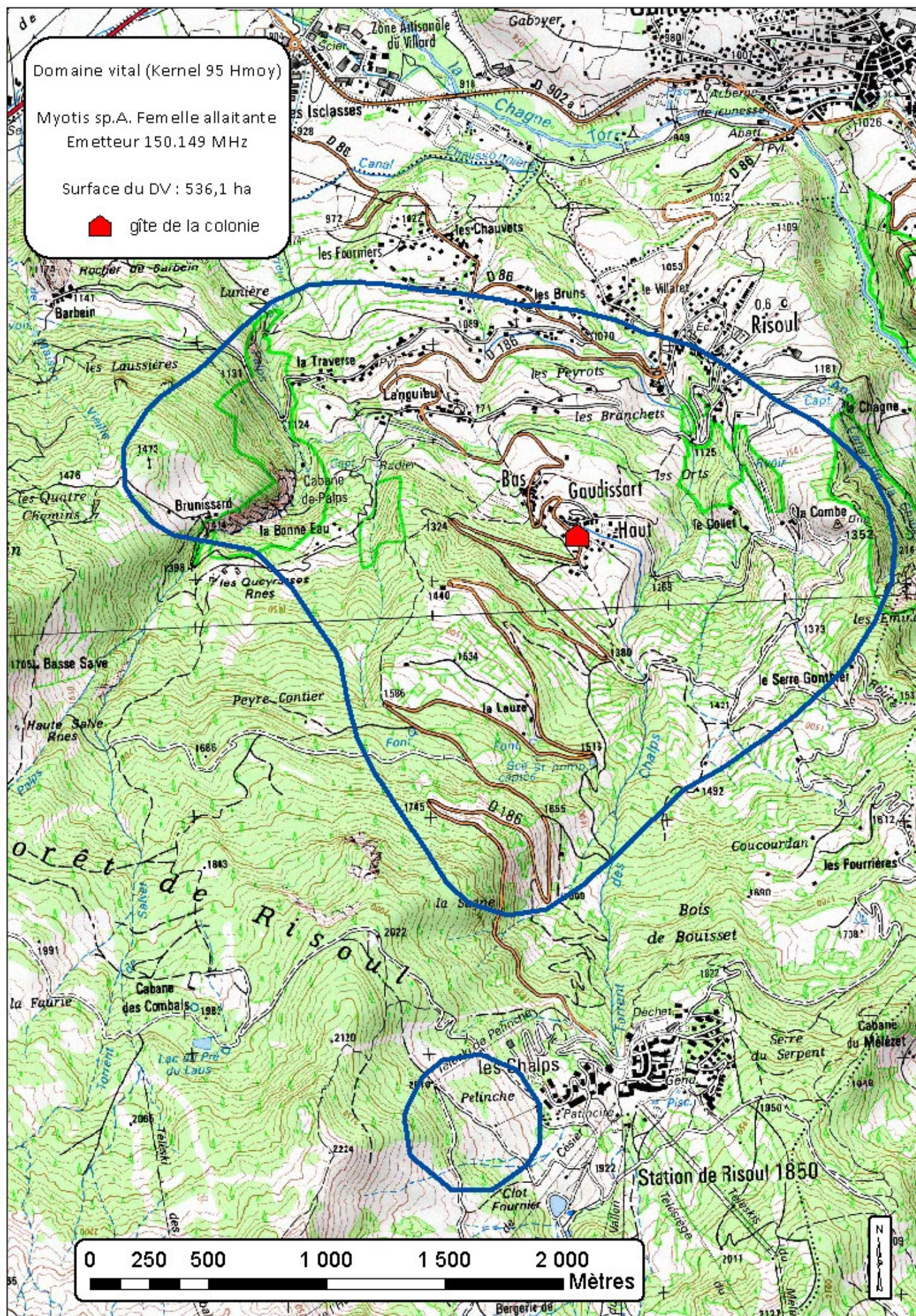
Tillon L. 2015. *Utilisation des gîtes et des terrains de chasse par les Chiroptères forestiers, propositions de gestion conservatoire*. Thèse, Université Toulouse 3 Paul Sabatier, 300 pages

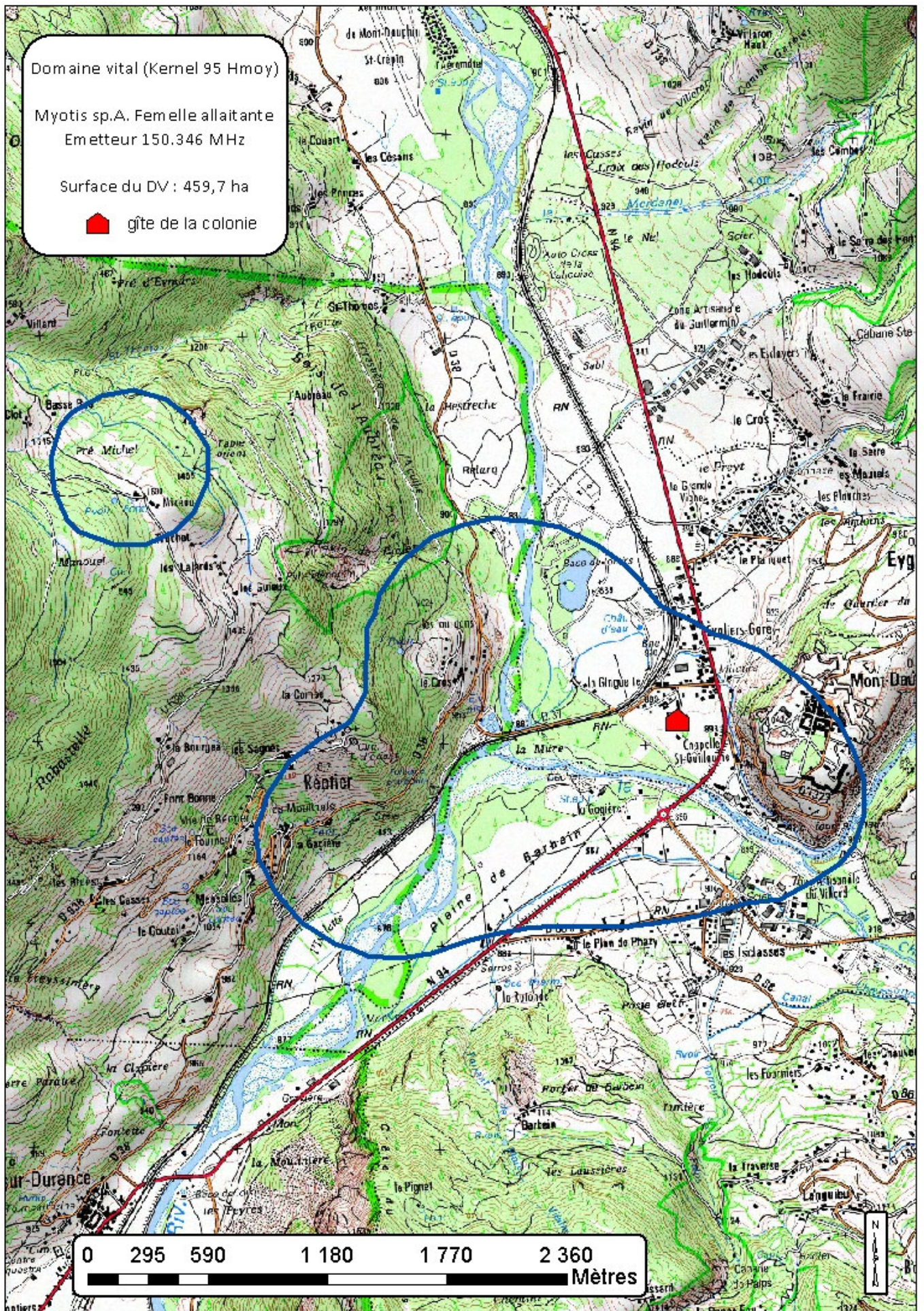
UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017). *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine*. Paris, France.

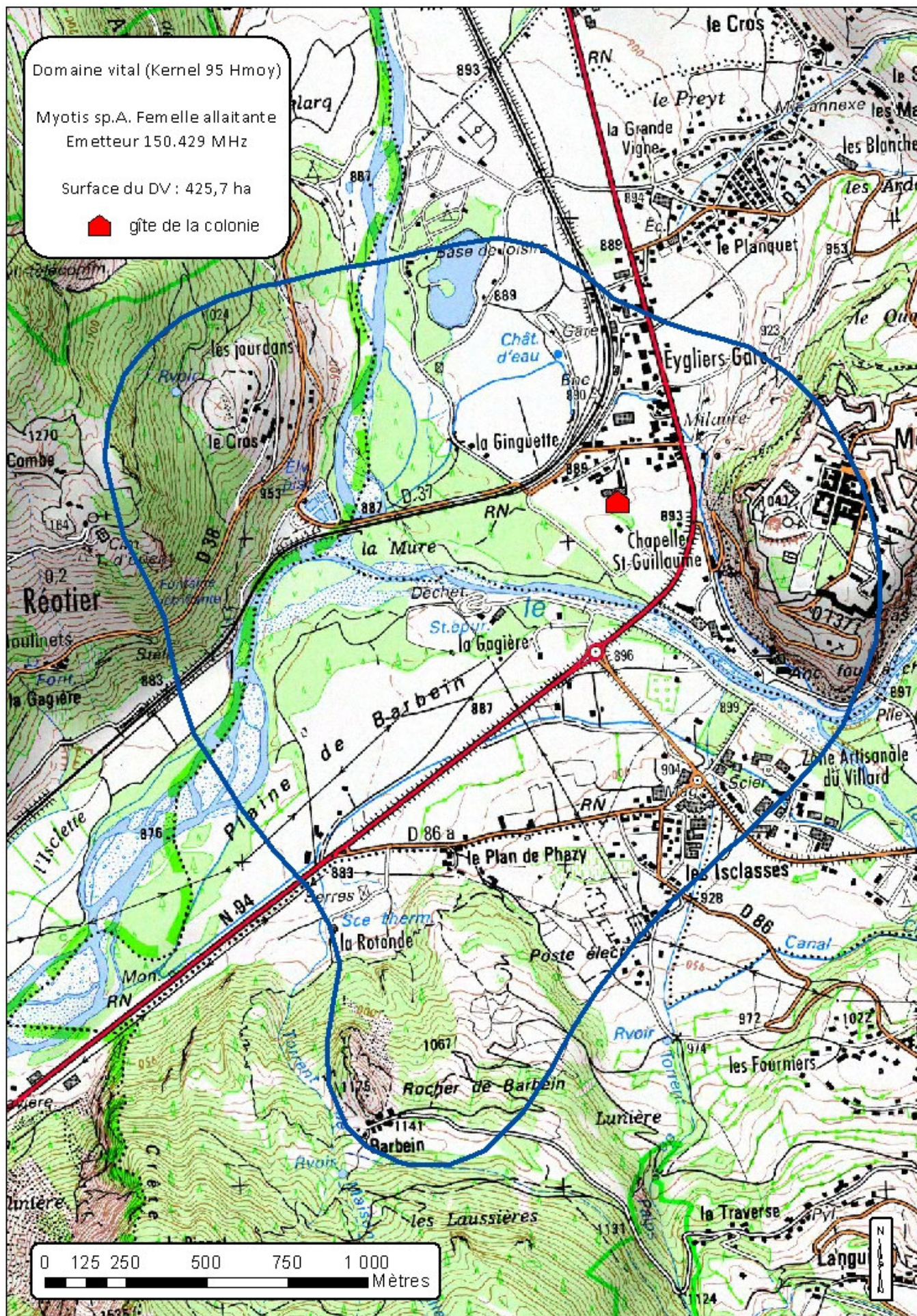
# ANNEXES

- Annexe 1 : Cartes des domaines vitaux de chaque individu suivi
- Annexe 2 : Matrices de résultats de la K-select

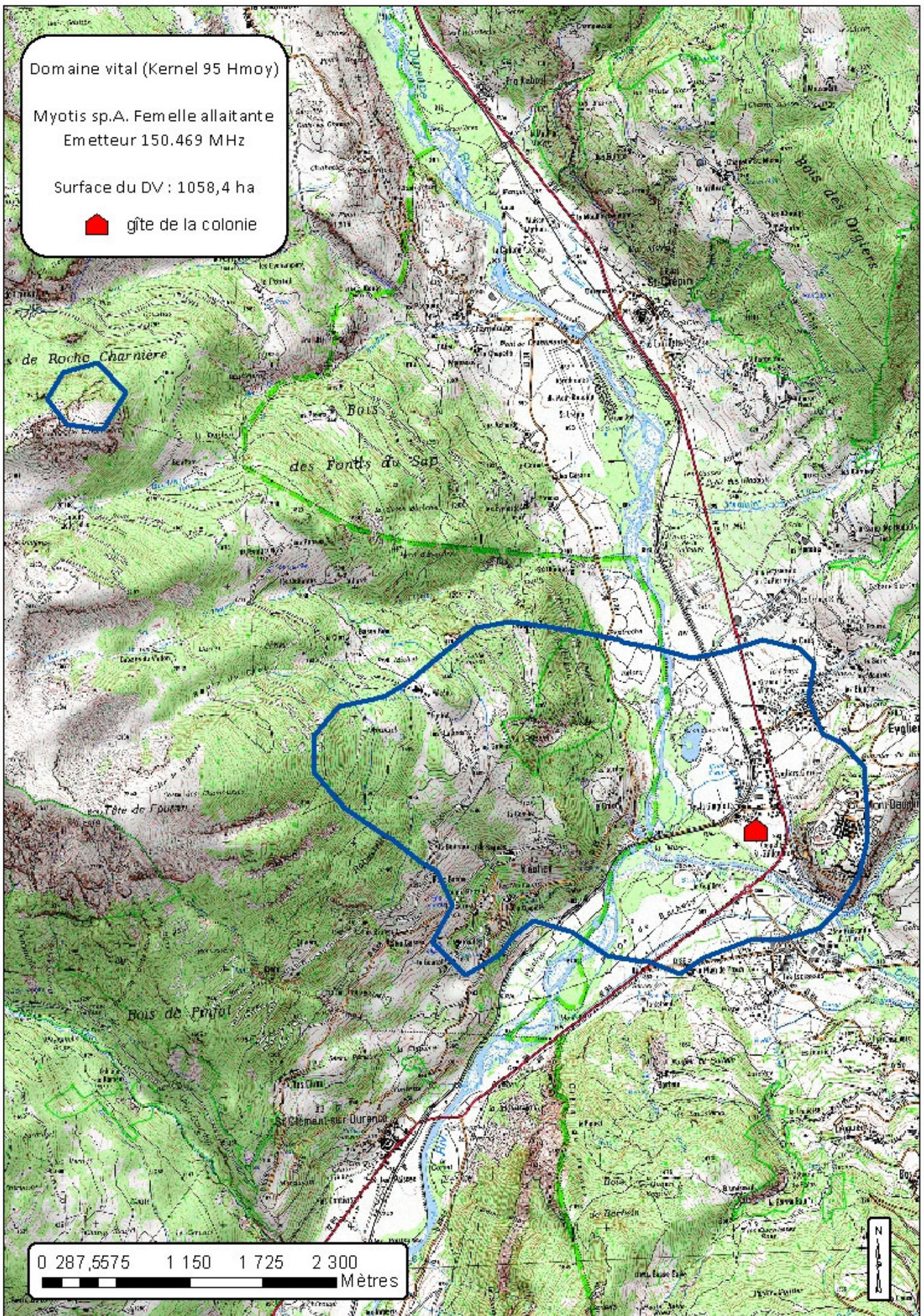
**Annexe 1 : Cartes des domaines vitaux des individus suivis**

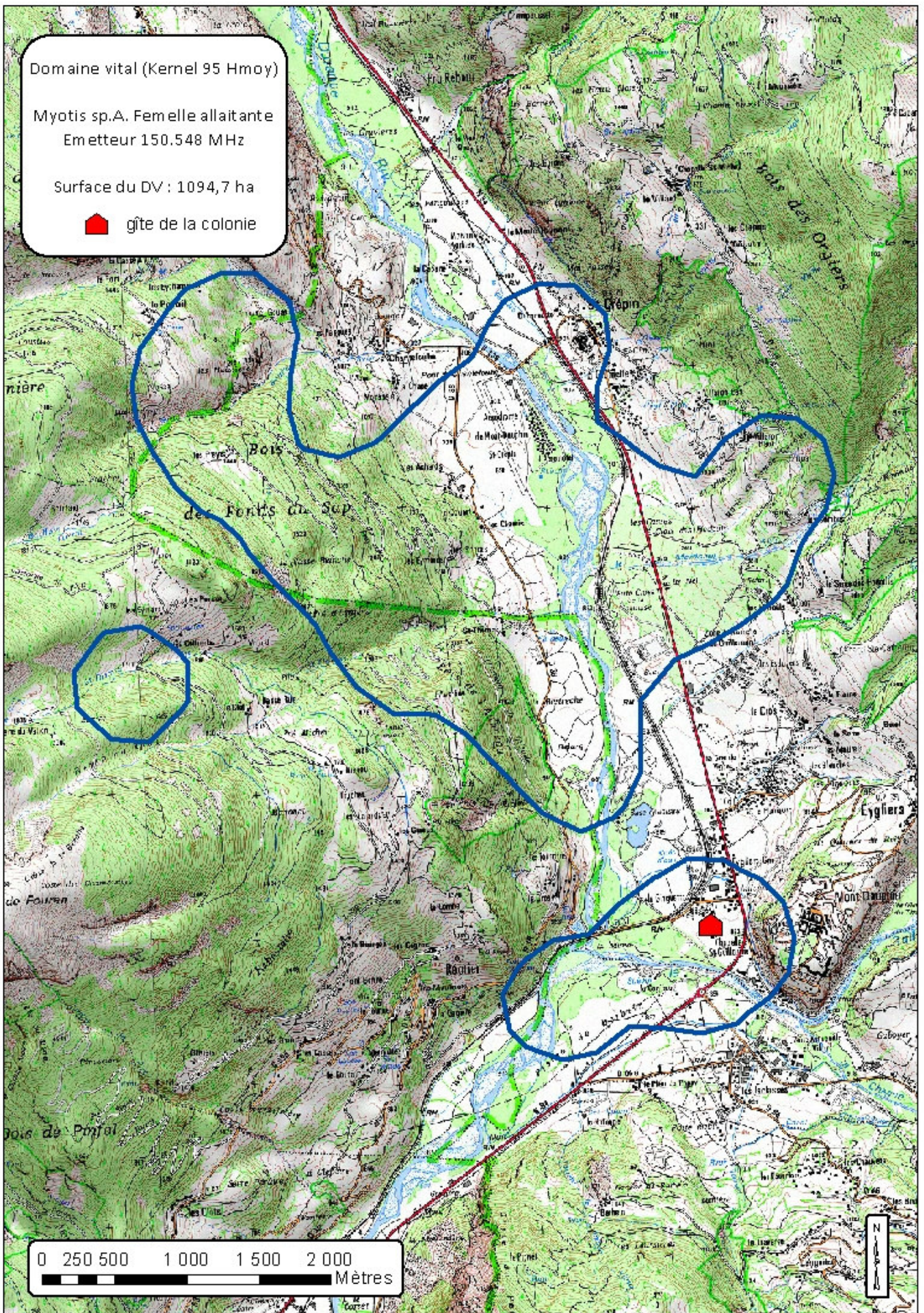


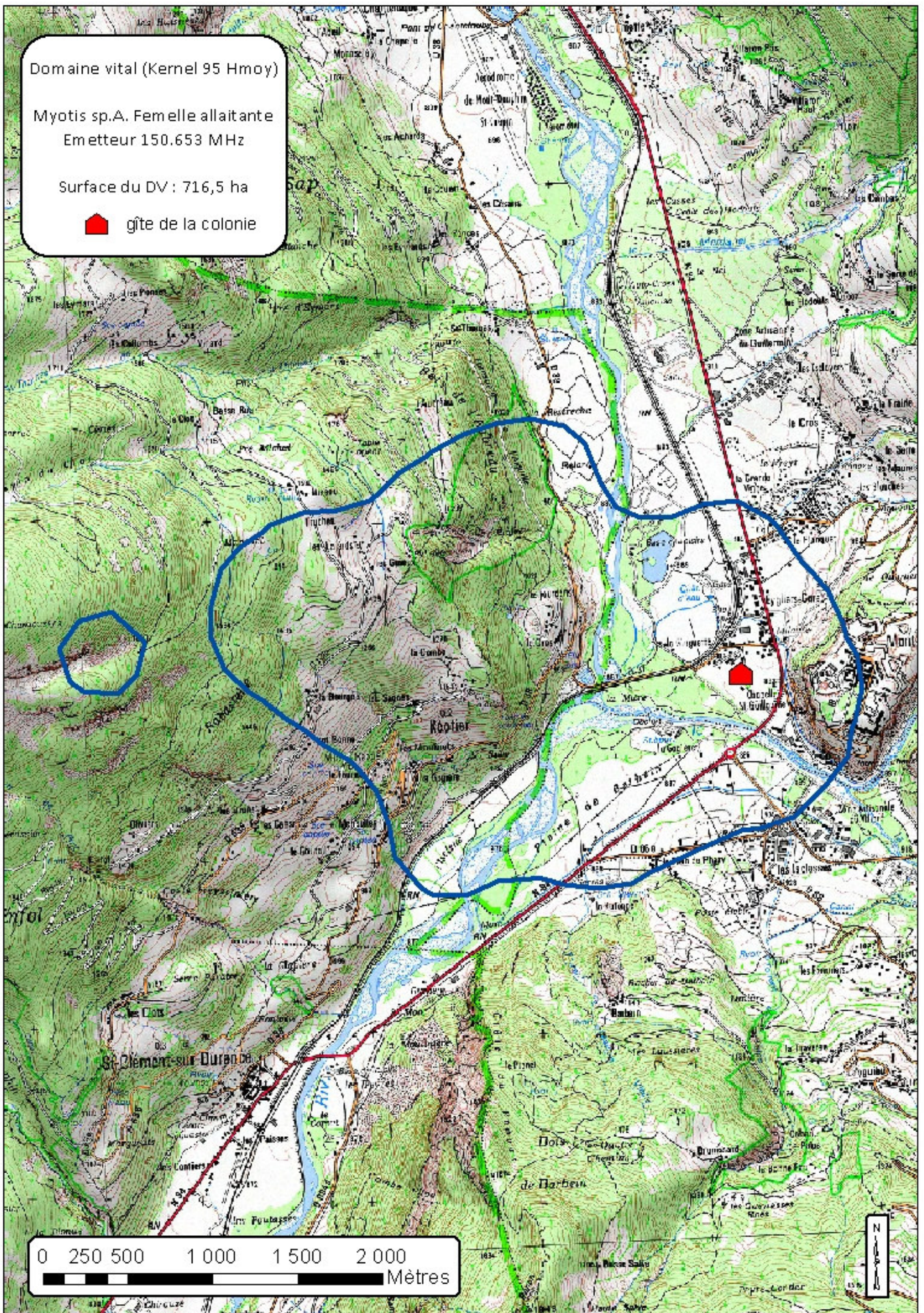


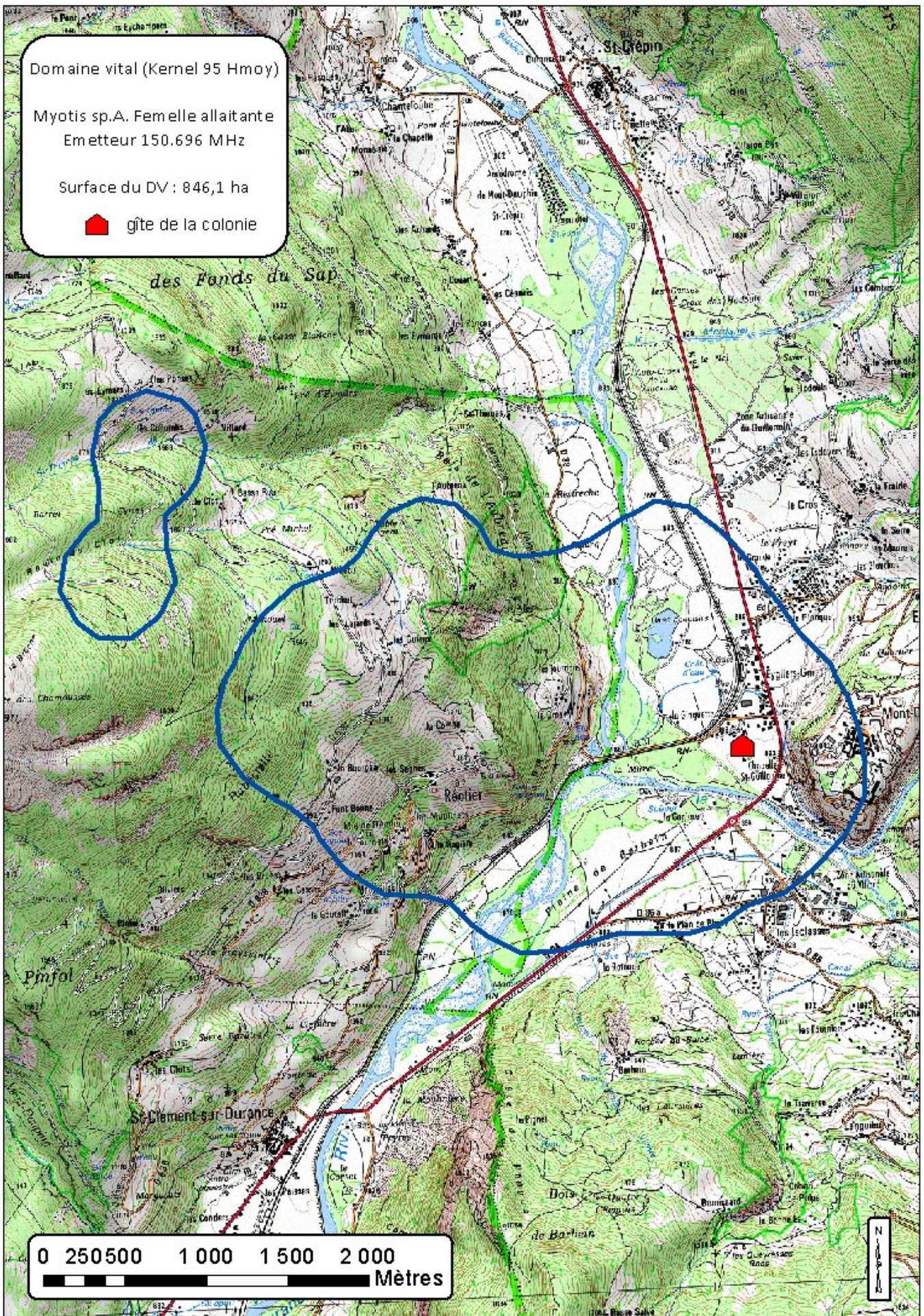


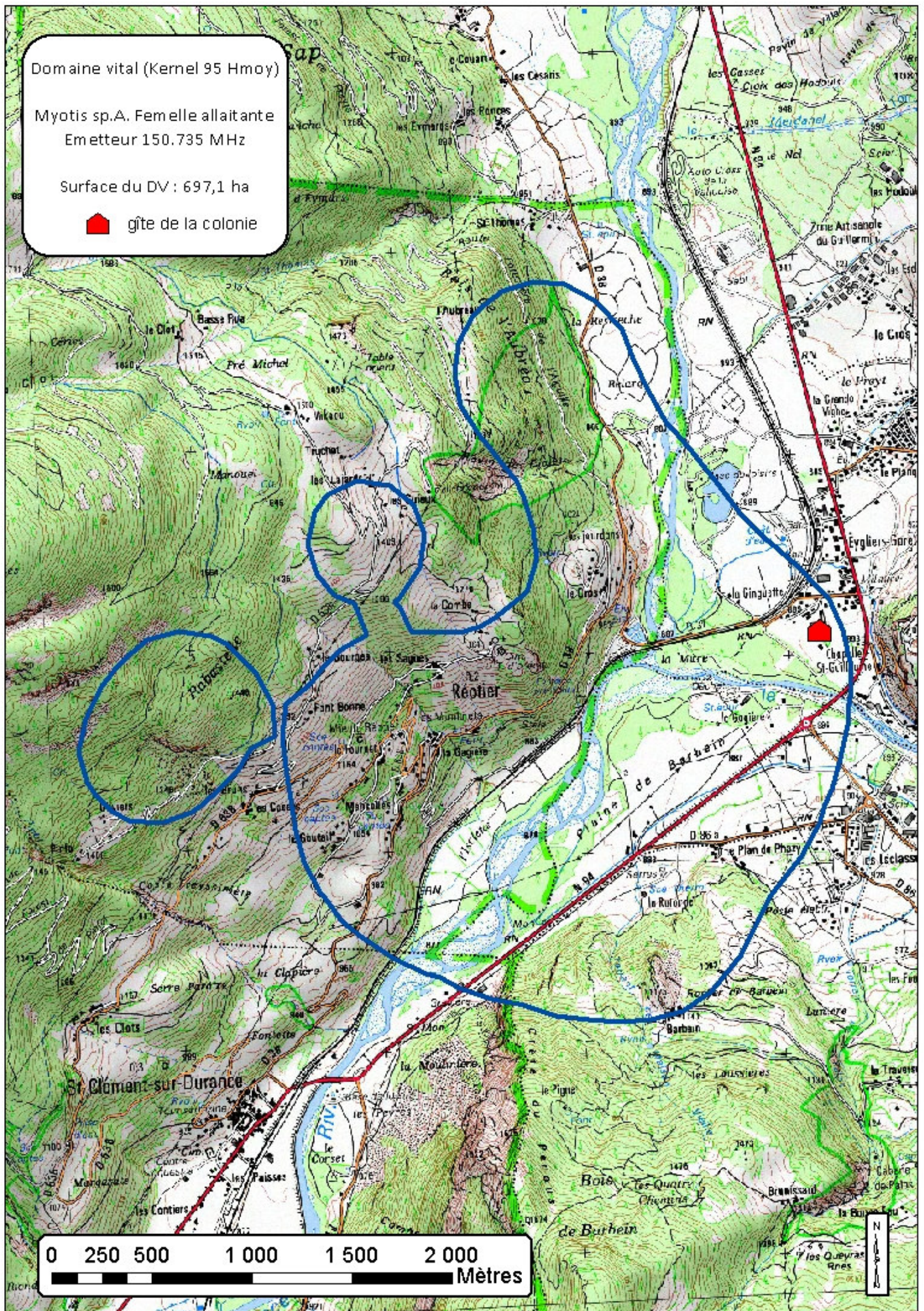


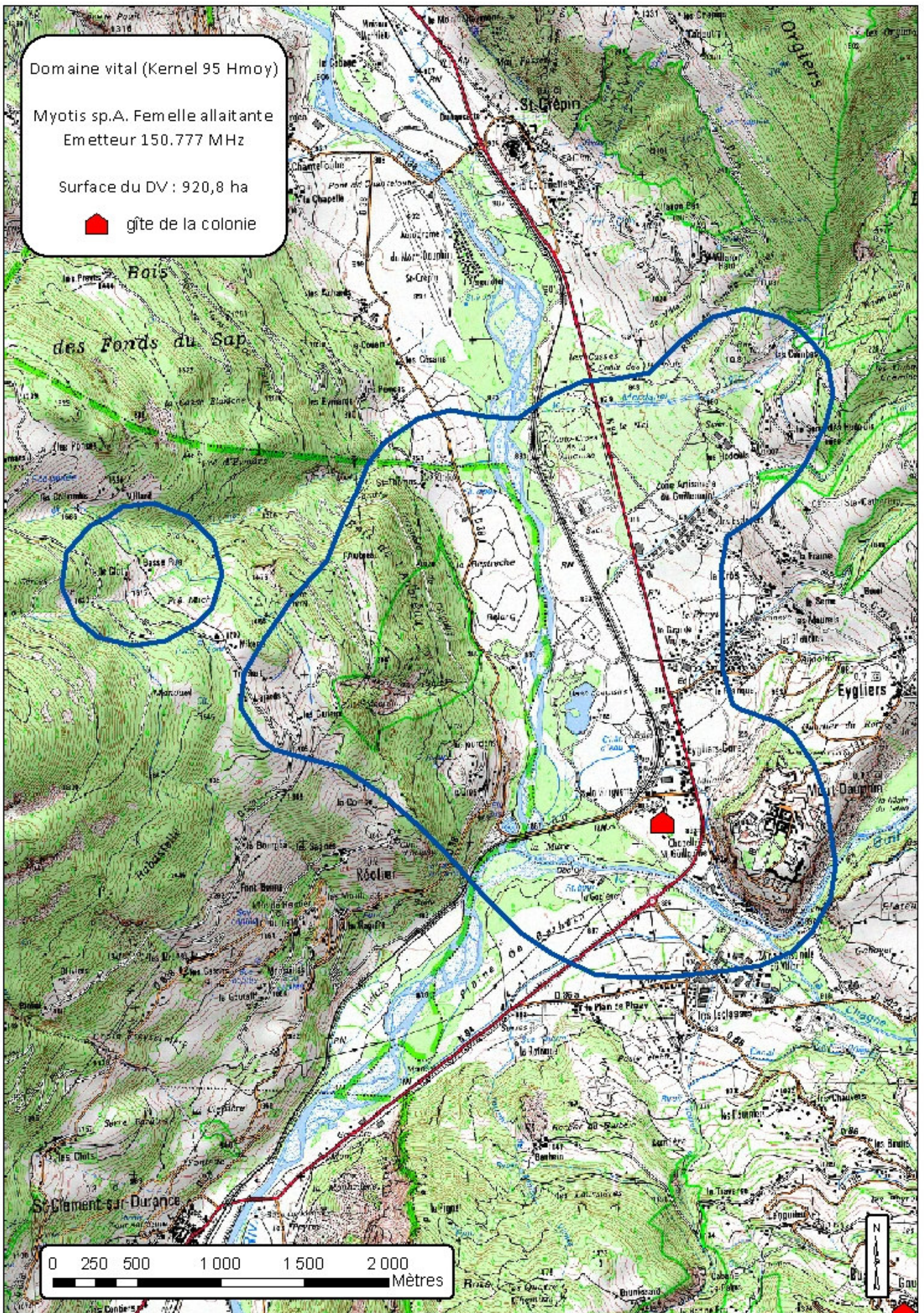


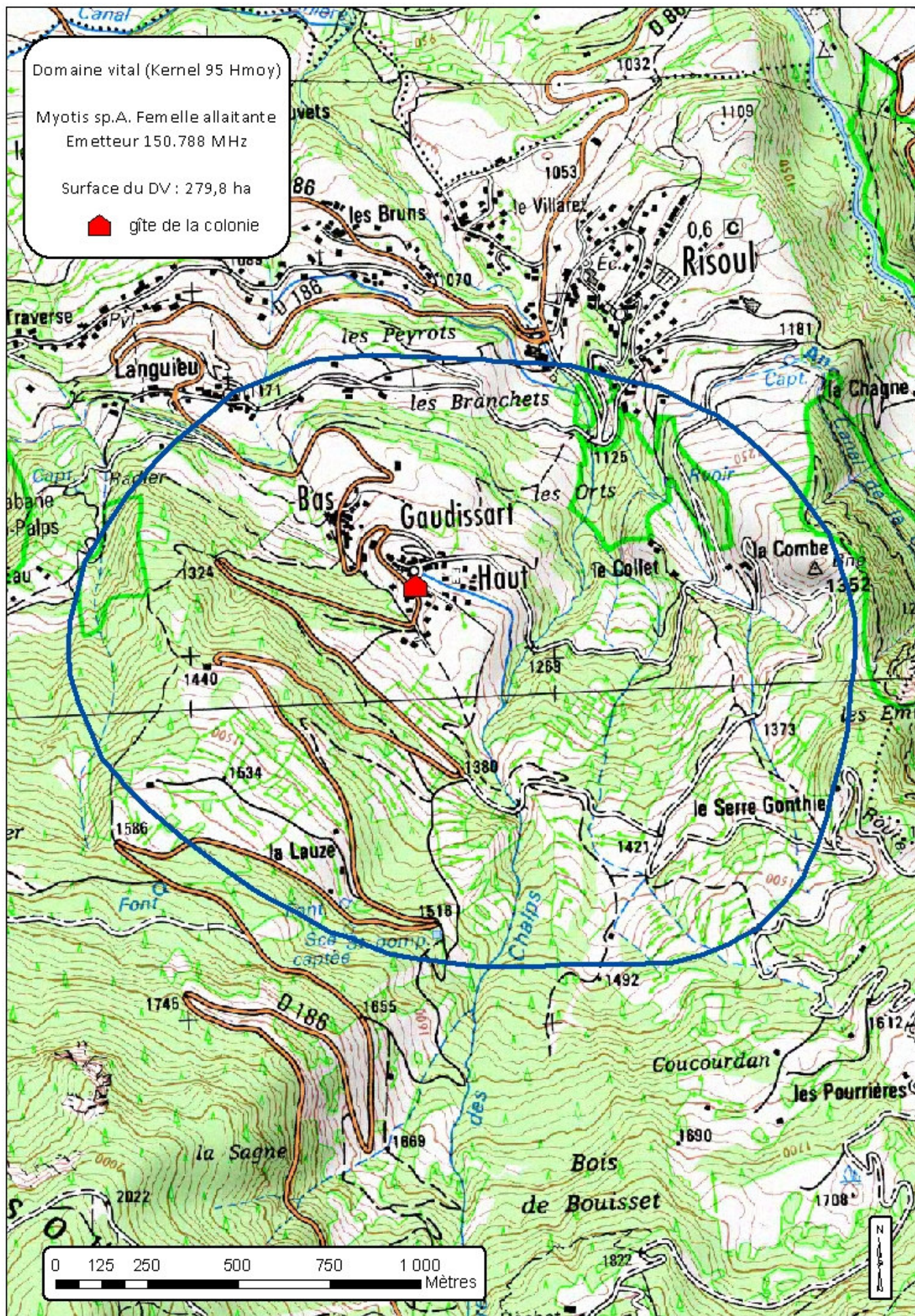


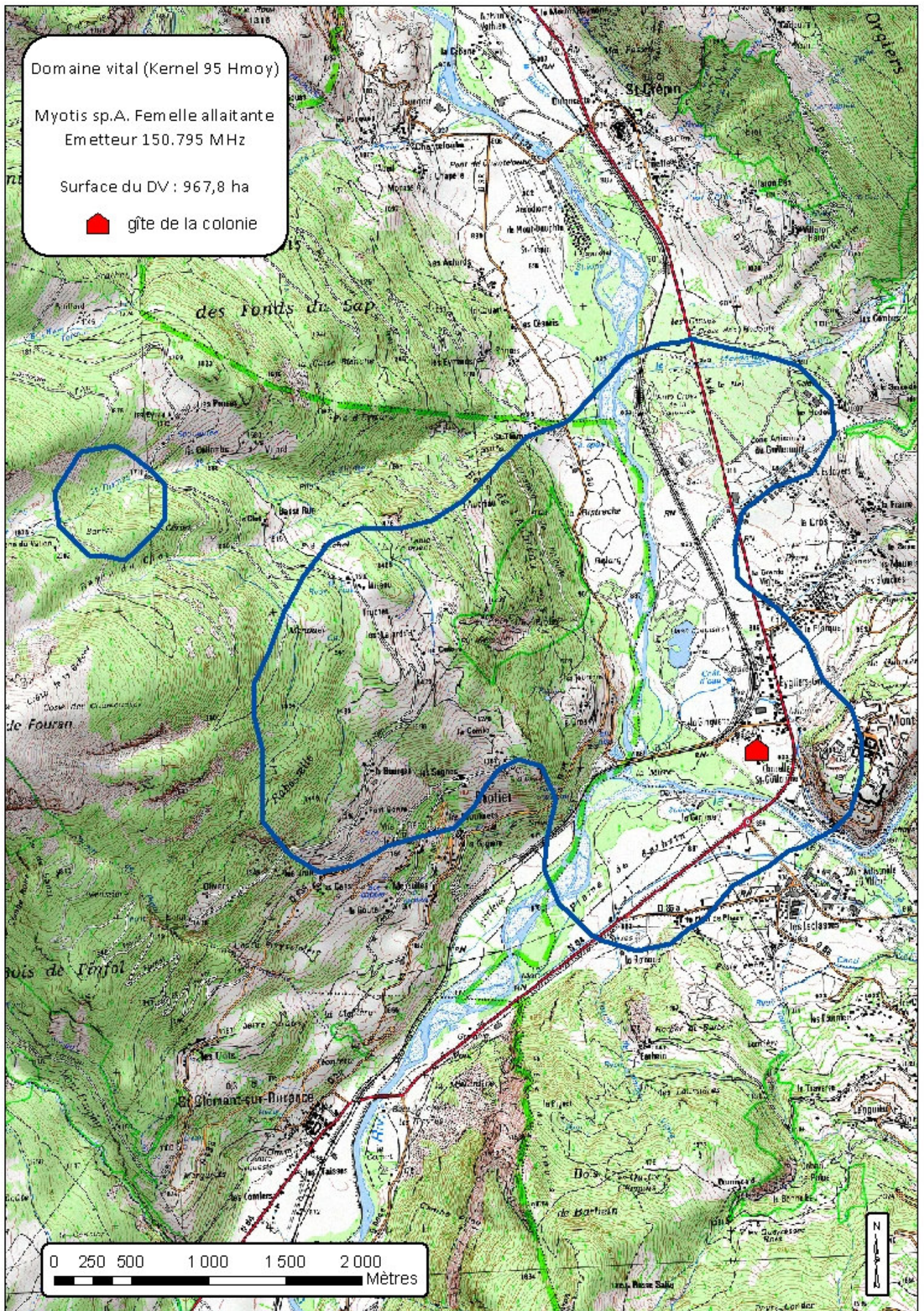




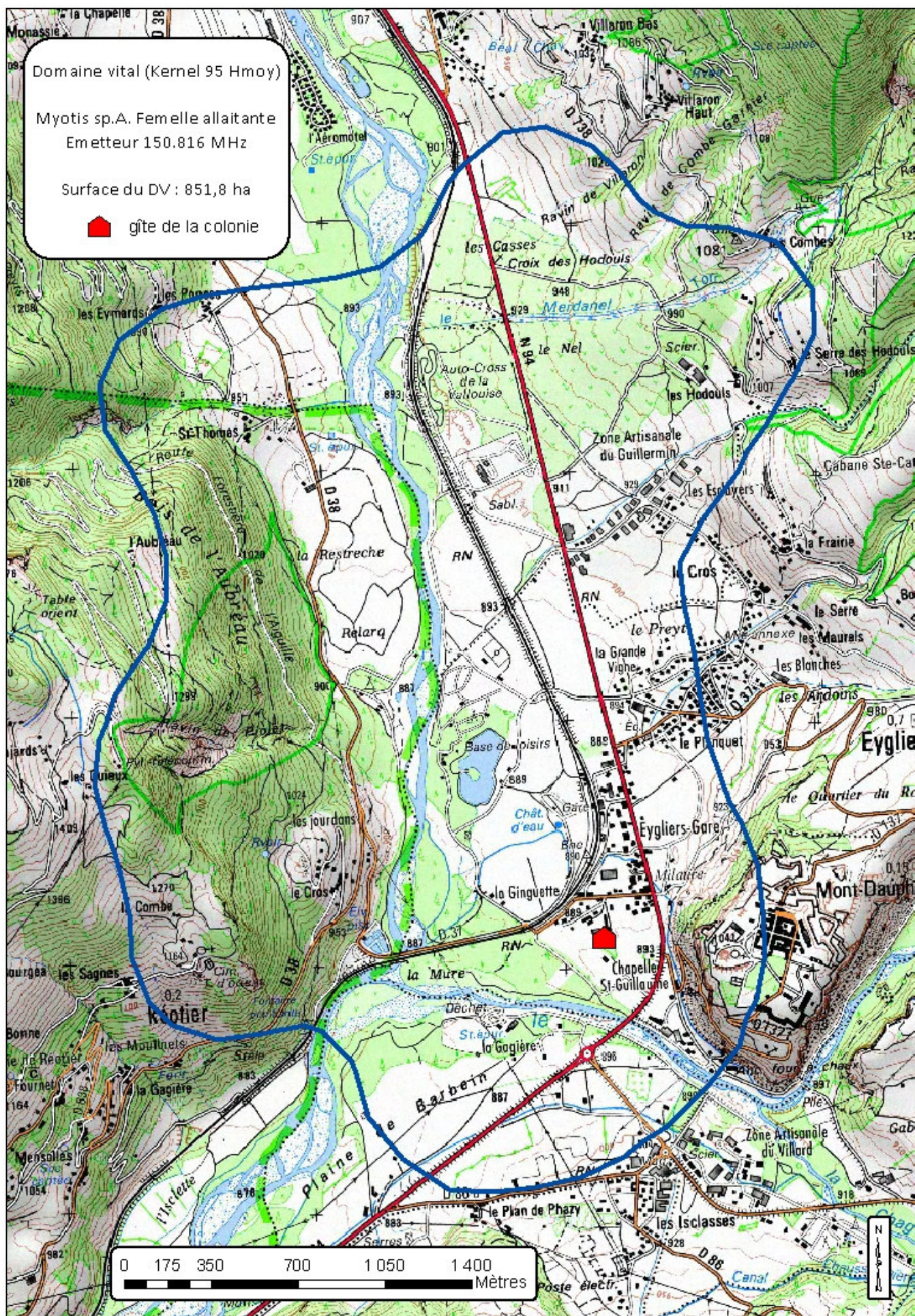


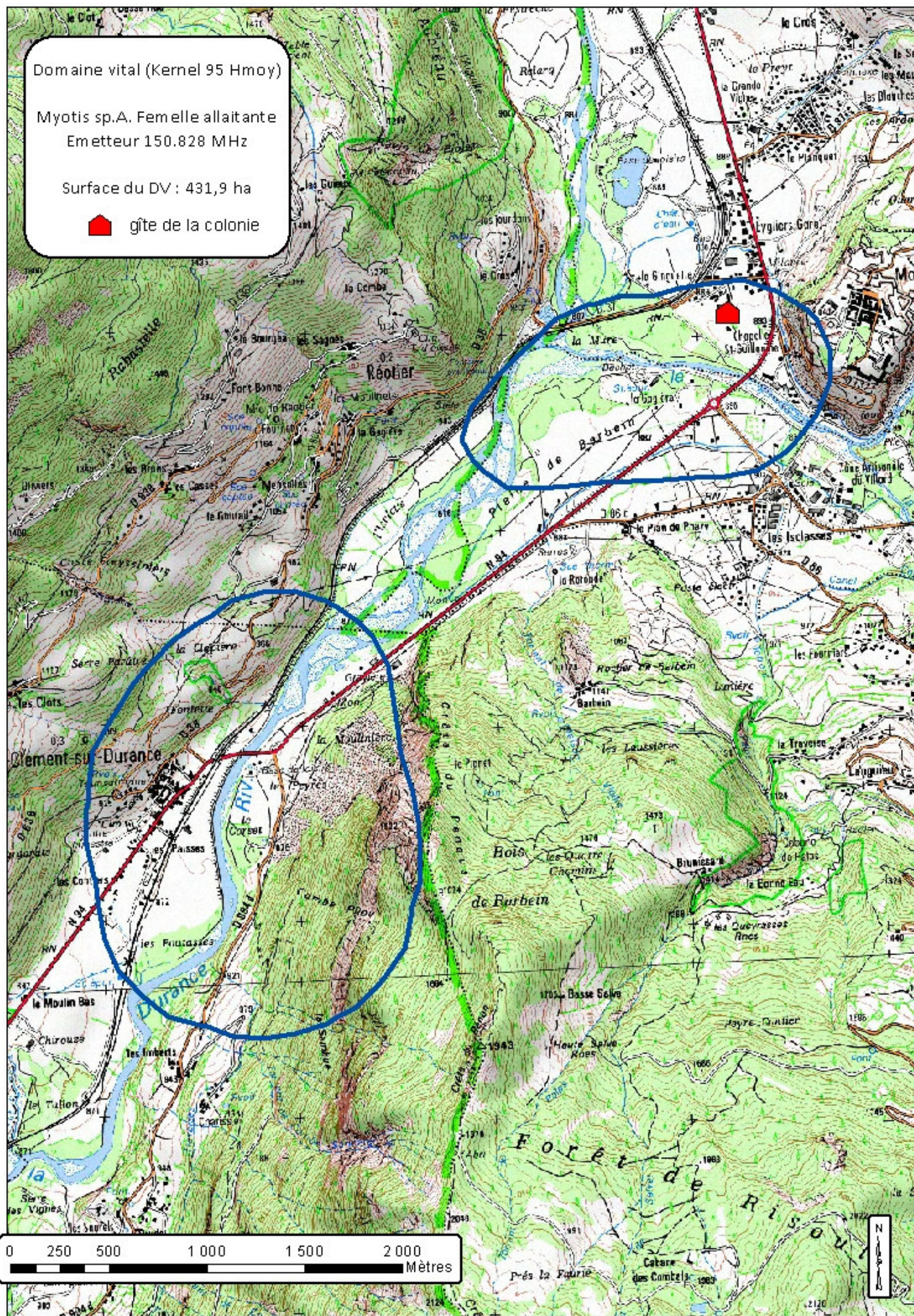


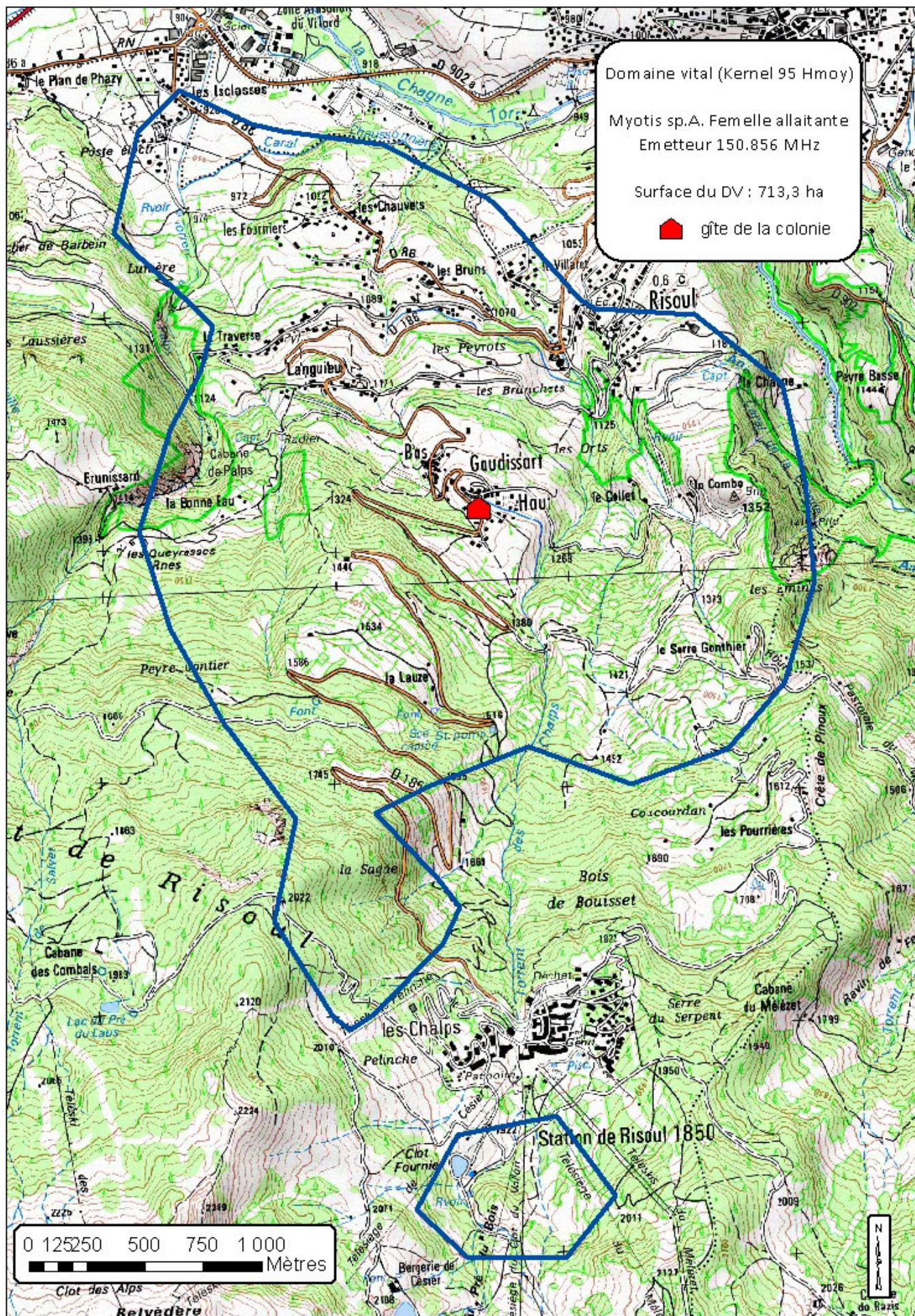


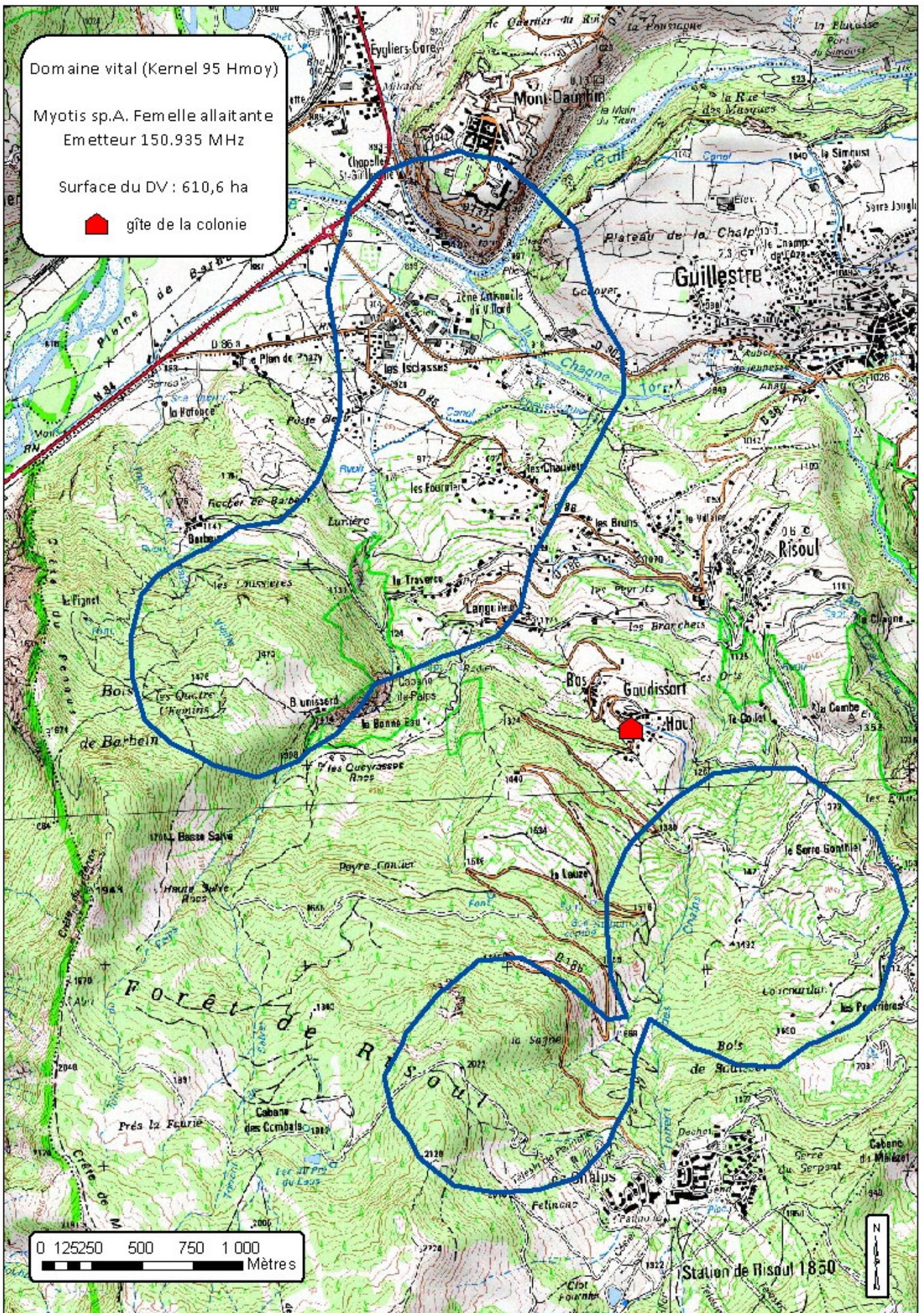
















**Annexe 2 : Matrices globale des résultats de la k-select**  
**Matrice pour l'ensemble des variables**

Individu	MnaF029	MnaF149	MnaF346	MnaF429	MnaF469	MnaF548	MnaF653	MnaF696	MnaF735	MnaF777	MnaF788	MnaF795	MnaF816	MnaF828	MnaF856	MnaF935	MnaF977
Marginality	2.3685	1.1894	1.1644	0.5682	0.3266	0.9275	0.6497	1.0258	2.6382	0.4202	1.5680	0.7214	1.3868	6.9593	5.8791	4.1588	1.7359
p-value	0.0679	0.1704	0.1743	0.4619	0.7905	0.2368	0.3951	0.2103	0.0594	0.6422	0.1165	0.3471	0.1364	0.0071	0.0105	0.0249	0.1003
age	0.6136	0.3299	-0.2631	0.3428	-0.2291	-0.2263	-0.4181	-0.2090	-0.5727	-0.3899	0.1896	0.1847	-0.2135	-0.1274	0.6667	-0.4996	0.5047
alti	-0.2487	0.0405	-0.0618	0.0052	-0.2087	-0.4385	-0.1508	-0.3317	-0.6313	-0.1681	0.1406	-0.0842	-0.4935	-0.4688	-0.2769	-0.3946	-0.0777
b_mort_pied	-0.3766	-0.1359	-0.3001	0.1526	0.0374	0.0896	-0.0450	0.0408	-0.0974	0.1362	-0.4066	-0.0066	0.0261	-0.7763	-0.8620	0.4958	-0.1925
b_mort_Sol	-0.2657	-0.1169	-0.4533	0.0070	-0.0135	-0.0680	-0.1266	-0.0832	-0.2084	0.0363	-0.3400	-0.1118	-0.1655	-0.6005	-0.6405	0.3463	-0.2798
bati	-0.2602	-0.3007	-0.0300	-0.1657	-0.1973	0.1533	0.0160	-0.1748	0.3216	-0.0487	-0.2117	0.1746	-0.1474	-1.1838	-0.2614	0.0652	-0.1109
lisieres	0.0454	0.0053	-0.1538	0.3479	0.1122	0.0958	-0.1290	-0.2007	-0.2337	-0.0588	0.5696	0.1524	-0.2242	0.2931	0.4641	-0.4193	0.3675
eau	-0.2624	0.0146	-0.2262	0.1117	0.2053	-0.1899	-0.0319	-0.3896	-0.3186	-0.0022	0.3003	-0.0347	0.0461	-0.2767	0.0414	-0.6594	-0.1712
ecorces	-0.1259	-0.1076	-0.1012	-0.0075	0.0946	0.1581	-0.1515	-0.1110	-0.2323	0.0713	-0.4678	0.1466	0.3718	-0.1886	-0.4881	0.1485	0.0877
expo	0.9645	-0.1109	-0.0726	-0.0321	0.1051	0.1356	0.1509	0.1655	0.0547	-0.0267	-0.2014	0.2967	0.0788	0.3354	-0.6552	0.3263	-0.3407
fentes	-0.1695	-0.1795	-0.1568	-0.1029	0.0182	0.1562	-0.1826	-0.2039	-0.0803	-0.0264	-0.3967	0.1971	0.0456	0.3229	-0.8858	-0.0935	-0.1697
heterogeneite	0.1121	0.5795	0.4527	-0.0820	0.0741	0.2229	-0.0179	0.1730	0.3634	0.1686	0.1202	-0.3060	0.1355	-0.1783	0.1142	0.5420	0.2804
loges	-0.1124	-0.2324	-0.0997	-0.0275	0.0229	0.0039	-0.1422	-0.1163	-0.0950	0.2172	-0.2920	0.2523	0.3186	0.3861	-0.9037	0.3408	-0.1765
NDVI	0.3624	-0.2887	-0.2350	0.1299	-0.0636	0.0064	-0.1278	-0.0460	-0.4314	-0.1237	0.0946	-0.0504	0.1474	-0.0997	0.0194	0.3634	-0.0654
pente	-0.2424	0.0804	-0.1471	-0.1705	-0.0793	-0.4544	-0.1890	-0.3179	-0.5541	-0.0997	-0.1665	-0.2331	-0.4539	-0.9665	0.1235	-0.3099	0.0124
+5 essences	0.3906	0.2762	0.1973	0.0889	0.1398	-0.1031	0.0582	0.0552	0.0346	-0.0212	0.1833	-0.2934	0.0309	0.0158	0.7551	0.0696	0.5455
routes	-0.0337	-0.3503	-0.1788	-0.1147	-0.0527	-0.1291	-0.0115	0.0159	-0.3028	-0.1585	-0.0136	0.0253	-0.4222	-1.1131	-0.3627	0.9010	-0.4464
strate arbo	-0.0897	-0.2370	-0.3090	0.0915	0.0557	-0.2301	-0.0368	-0.2199	-0.3591	0.0433	-0.2729	-0.0767	-0.1728	-0.4060	-0.5071	0.1959	-0.4126
arbu	-0.2816	0.1111	-0.4094	0.2834	0.0100	-0.0300	-0.3502	-0.1709	-0.3670	-0.0387	-0.1187	0.0780	-0.3667	0.0798	-0.2345	-0.1127	0.2831
herb	0.3385	-0.1870	-0.0983	-0.0413	-0.1643	0.2719	-0.0323	0.0375	0.0631	-0.0170	0.2237	0.2506	0.2544	-0.1162	-0.3308	-0.0354	-0.3414
sous arbo	-0.1444	-0.2159	-0.1566	0.1648	-0.1820	-0.2481	-0.3524	-0.3122	-0.3665	-0.2242	-0.0930	0.0363	-0.1974	-0.0591	-0.5187	0.0270	-0.0543
SWI	-0.0409	-0.0588	0.1220	0.1057	-0.0679	0.1440	0.0582	0.3747	0.3025	-0.0717	0.1731	0.2574	0.2028	0.8376	-0.3841	0.9635	0.2046
TPI grass	-0.1044	-0.2605	0.0724	-0.2267	-0.0914	0.2029	-0.0916	0.3047	0.5615	-0.1494	0.0879	0.1455	0.1145	0.8307	-0.2862	0.4469	0.0882

**Matrice des résultats pour les variables essences :**

Individu	MnaF029	MnaF149	MnaF346	MnaF429	MnaF469	MnaF548	MnaF653	MnaF696	MnaF735	MnaF777	MnaF788	MnaF795	MnaF816	MnaF828	MnaF856	MnaF935	MnaF977
Marginality	0.2653	0.4760	1.2051	0.9939	0.1989	0.8200	0.2824	0.4298	1.5905	0.3370	0.2205	0.0430	0.4684	2.6201	0.4430	1.0301	0.8349
p-value	0.5872	0.3192	0.0904	0.1125	0.7192	0.1461	0.5494	0.3589	0.0676	0.4626	0.6726	0.9768	0.3308	0.0280	0.3464	0.1086	0.1382
Absence	-0.0175	0.1030	0.5950	0.7930	-0.0383	-0.1060	0.0359	0.0570	-0.0666	-0.1820	-0.1840	0.0154	-0.0551	0.6060	-0.0927	-0.3300	0.3950
Aulne blanc	0.0000	0.0000	-0.1590	-0.3400	-0.0575	0.3730	0.2650	0.3170	0.1510	0.2410	0.0000	0.0000	0.2690	-0.1110	0.0000	0.0000	0.0000
Chene pubescent	0.0000	0.0000	-0.0872	-0.3200	-0.0768	-0.0982	0.3070	0.0919	-0.1220	0.0660	0.0000	-0.0223	0.2950	0.7610	0.0000	0.0000	0.0000
Erables	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0314	-0.0362	0.2330	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2840	0.0000	0.0000	0.0000
Frene	-0.1100	-0.5400	0.4760	0.0253	-0.1160	-0.1790	-0.1290	-0.1640	0.9580	-0.1070	-0.0448	-0.0569	-0.1170	-0.3860	-0.5240	0.9210	-0.0128
Fruitiers cultives	0.0000	-0.0908	0.0000	0.0000	-0.0164	0.2000	-0.0561	-0.0231	0.0000	-0.1050	-0.1610	-0.0035	-0.1980	-0.6580	0.2670	0.0000	-0.2290
Genevrier thurifere	0.3660	0.3230	-0.0393	-0.0191	0.0316	-0.1940	-0.1990	-0.1480	-0.4300	0.1760	-0.1240	0.1410	0.1500	0.0000	0.1040	-0.2120	0.1290
Meleze	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0950	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Merisier	0.0000	0.1780	0.3450	-0.2530	-0.1240	-0.2600	0.0169	-0.1550	0.1880	-0.2380	0.0000	-0.0632	0.0586	0.0585	0.0000	-0.0257	0.0000
Peuplier noir	0.0000	0.0000	-0.5890	-0.1720	0.3530	0.6640	0.1780	0.3760	-0.0752	0.2160	0.0000	0.0405	0.1970	0.0196	0.0000	0.0000	-0.0711
Pin noir	-0.3450	-0.1710	-0.2870	0.0621	-0.1540	-0.0375	0.0049	-0.1870	-0.3470	-0.1410	0.3790	-0.0818	-0.3670	-0.1900	0.2780	-0.1660	-0.1100
Pin sylvestre	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9390	0.0000	0.0000	0.0000
Sapin/Epicea	0.0000	0.0000	-0.1390	-0.1820	0.0822	-0.1990	-0.1460	0.2540	-0.0159	0.2310	0.0000	-0.0634	-0.0803	-0.0675	0.0000	0.0000	-0.0181
Sorbiers	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tremble	0.0000	0.0000	-0.1510	-0.1240	-0.0547	-0.0089	-0.0571	-0.0514	0.4790	-0.0452	0.0000	-0.0536	-0.0771	-0.2690	-0.0145	0.0000	-0.7700



**Matrice des résultats pour les variables types d'habitats**

Individu	MnaF029	MnaF149	MnaF346	MnaF429	MnaF469	MnaF548	MnaF653	MnaF696	MnaF735	MnaF777	MnaF788	MnaF795	MnaF816	MnaF828	MnaF856	MnaF935	MnaF977
Marginality	0.972	0.342	0.237	0.253	0.084	0.352	0.246	0.304	1.365	0.319	0.733	0.235	0.179	1.161	1.078	1.464	1.890
p-value de marginality	0.072	0.301	0.476	0.453	0.911	0.288	0.465	0.351	0.037	0.333	0.108	0.488	0.628	0.054	0.059	0.033	0.019
bocage	0.712	0.149	0.061	0.353	0.089	-0.084	-0.033	-0.076	-0.035	0.014	0.544	0.216	0.038	0.534	0.812	-0.580	0.539
artif	-0.268	-0.210	0.262	-0.022	-0.005	-0.140	0.257	-0.028	0.045	-0.169	0.136	-0.197	0.078	0.032	-0.090	0.667	-0.100
culture	0.000	-0.001	0.147	-0.188	0.065	0.444	0.003	0.291	0.431	0.284	0.000	0.126	0.353	0.472	-0.056	0.000	-0.053
ripisylve	-0.072	-0.119	0.025	-0.274	0.039	0.236	0.276	0.367	0.862	-0.066	-0.039	-0.076	-0.067	-0.076	0.047	-0.075	-0.069
f_feuillu	0.269	0.431	-0.095	0.052	0.092	-0.134	0.118	-0.007	0.026	0.207	-0.611	0.088	-0.095	0.100	0.003	0.427	1.010
f_mixte	-0.126	-0.260	-0.235	-0.058	-0.140	-0.167	-0.211	0.028	-0.130	0.281	0.041	0.168	-0.026	-0.083	-0.612	-0.608	-0.353
lande_pelouse	-0.017	-0.016	0.144	-0.001	-0.158	0.008	-0.192	-0.131	-0.338	-0.241	0.043	-0.067	0.000	0.003	-0.037	-0.140	-0.077
mélèze	-0.547	-0.039	0.000	0.000	-0.098	-0.056	-0.055	-0.166	-0.024	-0.033	-0.145	0.118	-0.110	-0.467	-0.167	0.160	-0.656
resineux	-0.013	0.080	-0.207	0.076	0.085	-0.112	-0.056	-0.180	-0.546	-0.153	-0.136	-0.269	-0.139	-0.321	-0.041	0.281	-0.032
rocheux	0.000	0.000	-0.118	-0.075	-0.025	-0.104	-0.027	-0.025	-0.033	-0.039	0.000	-0.026	-0.031	-0.555	0.000	0.000	0.000

**Cette étude a été réalisée par une équipe du réseau mammifères composée de :**

Samuel Courtaut  
Sylvain Ducruet  
Jean-Christophe Gattus  
Guy Le Reste  
Nathalie Sachet  
Raphaël Trunkenwald

Réseau Mammifères  
Direction Forêts et Risques Naturels  
2 Avenue Saint Mandé  
01 40 19 80 38  
[reseau.mammiferes@onf.fr](mailto:reseau.mammiferes@onf.fr)



[www.onf.fr](http://www.onf.fr)