

Conservation de 3 Chiroptères dans le Sud de la France
LIFE-Nature : LIFE04NAT/FR/000080

RAPPORT D'ETUDE DES TERRITOIRES DE CHASSE
DU MURIN DE CAPACCINII (*MYOTIS CAPACCINII*)
en période de gestation dans le Verdon

Site(s) concerné(s) :

FR9301615 : Basses Gorges du Verdon (site n°12)



Partenaire : Groupe Chiroptères de Provence
Ancienne Ecole
04 530 Tournoux

Rédaction et coordination :

Delphine Quekenborn
delphine.quekenborn@gcprovence.org

Analyse des données et rédactions intermédiaires :

Sandrine Deblois (2005)
Ludovic Bouquier (2006)



LIFE04NAT/FR/000080
Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France



LIFE04NAT/FR/000080
Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France

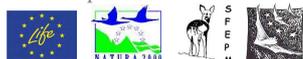


Photographies de couverture :

Basses gorges du Verdon (Delphine Quekenborn)
Murin de Capaccini (Asaf Tsoar).



LIFE04NAT/FR/000080
Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France



REMERCIEMENTS

Cette étude a été grandement facilitée par la commune de Saint-Julien-le-Montagnier qui a mis à notre disposition une maison permettant de loger toute l'équipe et de gérer le matériel sur les deux années de l'étude.

Un très grand merci au Centre Nautique d'Esparron-de-Verdon pour avoir généreusement mis à notre disposition le canoë nous permettant l'accès à la Grotte. Merci tout particulièrement à Maïeul pour sa disponibilité et sa patience, pour nous avoir courageusement accompagné dans des conditions souvent difficiles.

L'étude a nécessité une logistique importante, des techniques particulières et des recherches d'informations précises. Nous remercions donc les partenaires qui se sont impliqués dans ce but : le Parc Naturel Régional du Verdon et en particulier Dominique Chavy pour son soutien et sa collaboration, le Professeur Rémy Chappaz du laboratoire d'hydrobiologie de Marseille Saint-Charles pour ses informations importantes sur les cours d'eau, Jean-Paul Dauphin pour nous avoir prêté à plusieurs reprises son canoë.

Une telle étude serait impossible sans la participation enthousiaste et efficace des bénévoles de l'association. Merci à eux pour leur généreuse implication dans le projet et leurs longues nuits volées consacrées aux chauves-souris. Par ordre alphabétique : Fanny Albalat (salariée), Laetitia Bantwell, Cécile Bidaud, Jean Michel Bompar, Emmanuel Bonnays, Christian Boucher (gestion et entretien du matériel, cartographie), Ludovic Bouquier (stagiaire, coordinateur du projet 2006), Yolaine Bouteiller (Ecosphère), Florent Costilhes, Boris Cocardon, Emmanuel Cosson (salarié), Sandrine Deblois (stagiaire, coordinatrice du projet 2005), Guy Dérivaz, Arnaud Dorgère (salarié), Jean-Loup Firmery, Christel Francart, Benoît Frouin, Emmanuel Garnier, Mathieu Guillemain, Anne-Laure Jubert (courageuse cuisinière et traqueuse), Cécile Landsmann, Florimond Le Goff, François Martin, Florence Matutini, Mélanie Némoz (coordinatrice LIFE SFPEM), Laurent Petter (& Marie la gliaciologue !), Yohan Peyrard, Martin Picart, Rata Rakotoarivony, Guillaumes Rembert, Valérie Sourribes.

Merci à l'équipe cinéma pour leur bonne humeur constante et leurs conseils avisés (Tanguy Stoecklé et Xavier Petter).

Et bien sûr merci aux Murins de Capaccini de nous faire découvrir quelques instants de leur vie, plus belle récompense à nos poursuites obstinées et à nos yeux cernés.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	2
DESCRIPTION DE L'ESPÈCE.....	2
SITE D'ÉTUDE.....	4
<i>Présentation du contexte paysager et de la Grotte aux chauves-souris.....</i>	<i>4</i>
MATÉRIEL.....	5
CAPTURE ET ÉQUIPEMENT DES ANIMAUX.....	7
PROTOCOLES.....	7
<i>Les équipes.....</i>	<i>7</i>
<i>Suivi par radiotracking.....</i>	<i>8</i>
<i>Traitement des données.....</i>	<i>8</i>
<i>Typologie.....</i>	<i>9</i>
RÉSULTATS ET ANALYSES.....	12
CAPTURES ET ÉQUIPEMENT.....	12
SUIVI DES INDIVIDUS ET DONNÉES OBTENUES.....	12
COMPOTEMENTS DE CHASSE.....	13
<i>Utilisation des gîtes.....</i>	<i>13</i>
<i>Sites de chasse et distances parcourues.....</i>	<i>13</i>
ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DES TERRITOIRES DE CHASSE.....	16
<i>Tests préliminaires.....</i>	<i>16</i>
<i>Elaboration des territoires de chasse.....</i>	<i>17</i>
<i>Utilisation de l'habitat.....</i>	<i>17</i>
DESCRIPTION DES SITES DE CHASSE ATTRACTIFS.....	19
<i>Site : Confluence Verdon Durance.....</i>	<i>19</i>
<i>Site : Bassin de Cadarache.....</i>	<i>20</i>
<i>Site : Barrage de Gréoux.....</i>	<i>20</i>
DISCUSSION.....	25
CAPTURE ET ÉQUIPEMENT.....	25
SUIVI DES INDIVIDUS ET DONNÉES OBTENUES.....	25
COMPOTEMENTS DE CHASSE.....	26
<i>Les gîtes.....</i>	<i>26</i>
<i>La chasse.....</i>	<i>26</i>
TERRITOIRES DE CHASSE.....	27
<i>Récolte des données et analyses.....</i>	<i>27</i>
<i>Utilisation de l'habitat.....</i>	<i>28</i>
CONCLUSION.....	30
BIBLIOGRAPHIE.....	31
ANNEXES.....	32
GROTTE AUX CHAUVES-SOURIS D'ESPARRON DE VERDON.....	33
MATÉRIEL DE TÉLÉMÉTRIE UTILISÉ EN SITUATION.....	34
TESTS DE BONFERRONI.....	35
PROPORTIONS DES HABITATS DANS LES SURFACES MCP, K95 ET K50.....	38
CARTOGRAPHIE DES POSITIONS DES CHAUVES-SOURIS SUIVIES ET DES SITES N2000.....	40



INTRODUCTION

Les chauves-souris représentent plus d'1/4 des mammifères d'Europe. Les études récentes sur ces animaux méconnus mettent à jour leur rapide déclin depuis la Seconde Guerre Mondiale. Sur les 41 espèces européennes, pas une n'est épargnée par la fragilisation des populations. Les causes de raréfaction sont multiples, les principales étant :

- ❖ La perte des gîtes de reproduction et d'hibernation : fermeture hermétique des bâtiments, dérangements intempestifs dans les cavités, ...
- ❖ La perte des territoires de chasse : modification des pratiques agricoles (souvent devenues agressives), fermeture des milieux (abandon du pastoralisme), « sur-gestion » forestière (nettoyage intempestif des forêts, raréfaction du bois mort, abattage des vieux arbres à cavité), usage répandu de produits toxiques (pesticides, traitement des charpentes), modifications profondes des structures paysagère (urbanisation, fragmentation de l'habitat), ...
- ❖ La mortalité directe : vandalisme, collisions sur route (trafic routier très meurtrier) ou en haut vol (éoliennes).

Afin d'enrayer ce processus de déclin, des actions à plus ou moins large échelle sont mises en place par un réseau important d'associations en France et en Europe. Ainsi les chiroptérologues du Sud de la France ont-ils élaboré un ambitieux projet de conservation des chauves-souris dans leur région. Ce Projet financé pour moitié par le programme européen Life Nature, dénommé « Conservation de trois chiroptères cavernicoles dans le sud de la France » a pour objectif l'acquisition de connaissances et la mise en place d'actions concrètes pour la sauvegarde du Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*), du Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) et du Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*) dans les 5 régions du sud de la France.

Dans le cadre de ce projet, la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur s'est intéressée aux territoires de chasse du Murin de Capaccini dans le Verdon. La population du Verdon étant particulièrement importante pour l'espèce au niveau national, des mesures appliquées à sa conservation sont indispensables.

Ce rapport rend compte de deux années de suivi par télémétrie afin de déterminer les territoires de chasse du Murin de Capaccini, espèce à mœurs aquatiques, sur le réseau hydrique Verdon-Durance. Suite à ce rapport, un cahier technique présentant des recommandations de gestion pour la conservation de l'espèce sur le site sera émis.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

DESCRIPTION DE L'ESPÈCE

Le Murin de Capaccini, est un **chiroptère de taille moyenne**, caractérisé par un pelage dorsal gris, un pelage ventral blanchâtre avec une limitation assez nette, des oreilles et un patagium gris-brunâtre plus ou moins foncé, de grands pieds, la présence de poils au niveau des pattes arrières et de l'uropatagium.

Ses mensurations sont les suivantes (populations du Sud-est de la France et de Corse, COSSON, 2004) :

Corps : 47-52 mm ;

Avant-bras des mâles = (37,1) 38,6-42,1 mm ;

Avant-bras des femelles = 39,9-43,0 mm ;

Masse des mâles adultes = 7,5-12 g ;

Masse des femelles adultes = 8-12 g.

Son **aire de distribution** s'étend à l'ensemble du bassin méditerranéen, jusqu'en Bulgarie et en Roumanie en passant par le Moyen-Orient. L'espèce est divisée en deux unités génétiquement différentes : un groupe balkanique (Italie du Nord et est du bassin méditerranéen) et un groupe ibérique (Ouest du bassin : France, Espagne, îles proches..), sans que l'on puisse noter de différences morphologiques ou comportementales entre ces populations. En France, l'espèce est présente du niveau de la mer à 600 m d'altitude et se reproduit dans quatre régions : Corse (2A et 2B), Provence-Alpes-Côte-d'Azur (04, 06, 83), Rhône-Alpes (07) et Languedoc-Roussillon (34, 30, 11, 66). En région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, 4 sites de reproduction ont été répertoriés et les effectifs estimés sont de 4200-6210 individus en été et à 1000 individus en hiver. Peu de sites d'hibernation sont connus à l'heure actuelle.



Figure 1: Distribution du Murin de Capaccini issue des données bibliographiques (d'après Cosson, 2004)

Les femelles Murin de Capaccini, ainsi que des mâles immatures, se réunissent courant avril dans le **site de reproduction**, généralement un site cavernicole. La mise bas est précoce et débute vers le 20 mai et se poursuit durant environ une semaine. La femelle met au monde un seul petit, très exceptionnellement deux. Les jeunes prennent leur envol 4 à 5 semaines après leur naissance.

De juillet à novembre, il y a dispersion de l'essaïm de reproduction, en particulier des jeunes.

C'est de décembre à février qu'ont lieu les accouplements et la phase d'hibernation dans le cas où le climat l'impose (en général, l'hibernation est entrecoupée de phases d'activité). En France, au cours des mois de décembre et janvier, les Murins de Capaccini se tiennent isolés ou en petits essaims d'une vingtaine d'individus dans des cavités, fissures, tunnels, mines ... mais, dans des régions de l'Est de l'Europe, à hiver rigoureux, ils peuvent former de grands essaims monospécifiques jusqu'à 15 000 individus.

Le Murin de Capaccini semble, lorsqu'il est en activité, rechercher la présence d'autres espèces de Chiroptères, en particulier lors de la mise bas.

L'espèce semble plutôt sédentaire, mais certains individus sont capables de réaliser des trajets de 45 km. Selon les saisons, les animaux semblent se déplacer d'un gîte à un autre.

Le lien existant entre le Murin de Capaccini et les **milieux aquatiques** ne semble plus être à discuter, et tous les spécialistes s'accordent sur le fait que l'espèce privilégie les eaux à surface calme. Cependant les connaissances sur les types et la qualité des habitats fréquentés sont limitées, et parfois contradictoires.

Le Murin de Capaccini a été observé en chasse sur divers types d'habitats :

- sur des eaux permanentes ou temporaires, de bonne qualité et de substrat calcaire
- sur des rivières non torrentielles, peu ou pas polluées par des rejets organiques, sur un lac de barrage dont l'eau est de bonne qualité
- sur des eaux non torrentielles eutrophes sur substrat cristallin
- sur des pièces d'eau sans végétation rivulaire comme des étangs, des lacs ou des lagunages d'eaux usées de fermes
- sur un canal d'eau saumâtre (Médard, Guibert et Desjean, *comm. pers.*)
- sur des zones à ripisylve abondante

Toutes ces études sont des observations ponctuelles et localisées et ne peuvent être généralisées à l'espèce. Seule l'estimation de ses besoins pourra permettre la compréhension de ses choix en terme d'habitat. Le succès de la chasse dépend de trois facteurs :

- la disponibilité en proies (quantité et qualité)
- la présence ou non de contraintes à l'activité de chasse (vent, végétation, obstacles)
- le coût du transport entre le gîte de reproduction et le site de chasse



Des études, basées sur l'analyse de guano, ont mis en évidence la **consommation d'insectes de petite et moyenne taille**, principalement des insectes émergents (diptères, trichoptères) mais aussi des insectes terrestres (lépidoptères, hyménoptères, coléoptères). Plus récemment, des équipes de recherche espagnoles et israéliennes ont prouvé que le Murin de Capaccini se nourrissait également d'alevins (genre *Gambusia*) (Aihartza et al. 2003, Levin et al. 2006).

Ces proies, repérées par écholocation, sont capturées en vol à l'aide des pattes postérieures et de l'uropatagium. La chasse au-dessus de l'eau s'effectue à faible hauteur (17,5 cm +/- 4,6) (Kalko, 1990) et les propriétés acoustiques de la surface aquatique semblent avoir des incidences sur la réussite de la détection de la proie. Il a en effet été prouvé, de manière expérimentale, (Siemers *et al.* 2001), que les vaguelettes présentes dans les eaux courantes pouvaient compromettre la détection des proies en déviant les ondes émises par l'animal. Ceci est corroboré par une étude montrant l'évitement des eaux agitées par les Murins de Capaccini.

Peu d'études relatent des **déplacements du Murin de Capaccini** en activité de chasse. Des déplacements de 5 kilomètres ont été observés sur une rivière en Corse. De manière générale, la taille du territoire de chasse chez les chauves-souris peut varier de quelques dizaines à plusieurs centaines d'hectares, les distances parcourues sont en moyenne de 2 kilomètres autour du gîte et peuvent aller jusqu'à 15 kilomètres pour les plus grandes espèces (Arthur et Lemaire, 1999).

Les 4 populations reproductrices françaises sont suivies de façon relativement régulière depuis 1999 (des données antérieures existent mais sont plus ponctuelles). A l'échelle européenne, **l'état des populations de Murin de Capaccini est mal connu**. Les principales menaces que doivent affronter ces chauves-souris sont des dérangements au sein de leur gîte cavernicole de reproduction ou de transit dus à l'intensification des activités humaines souterraines. De plus, la détérioration des cours d'eau et des milieux aquatiques (pollution, aménagements hydrauliques, piscicoles, touristiques, etc.), utilisés par les chiroptères en chasse, a probablement une incidence sur la survie de l'espèce

Le Murin de Capaccini bénéficie des mesures de protection suivantes :

- ❖ Directive Habitat (JOCE du 22.07.1992): annexes II et IV.
- ❖ Convention de Bonn (JO du 30.10.1990) : annexe II.
- ❖ Convention de Berne (JO du 28.08.1990 et 20.08.1996): annexe II.
- ❖ Protection nationale (arrête modifié du 17.04.1981, JO du 19.05.1981, article 1 modifié (JO du 11.09.1993)).

De plus, il est inscrit sur les listes suivantes :

- ❖ Liste rouge France : espèce vulnérable
- ❖ Liste rouge Mondiale : espèce vulnérable

SITE D'ÉTUDE

La colonie de Murin de Capaccini étudiée est localisée dans la Grotte aux chauves-souris d'Esparron-de-Verdon (04).

Statuts de protection de la Grotte aux chauves-souris d'Esparron-de-Verdon :

Site Natura 2000 FR9301615 « Basses gorges du Verdon »

ZNIEFF de type 1 n° 0433Z00

Parc Naturel Régional du Verdon

Présentation du contexte paysager et de la Grotte aux chauves-souris

Le site des **basses gorges du Verdon**, à cheval sur les départements du Var (83) et des Alpes de Hautes Provence (04), s'étend sur une superficie de 1280 ha. La présence de nombreuses formations rupicoles, de gorges encaissées et d'un linéaire important de tunnels (Ancien Canal du Verdon) favorise la présence de chauves-souris. Outre le Murin de Capaccini, on peut ainsi observer 5 autres espèces de chiroptères : Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*), Petit murin (*Myotis blythii*), Grand murin (*Myotis myotis*) et Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*). Le paysage des basses gorges est composé de grandes étendues de chênaie verte et de peuplements mixtes en association avec le pin d'Alep localisés sur les versants, et de formations de type pelouse sèche et garrigue sur les plateaux. En aval, le Verdon débouche sur un lac artificiel, le lac d'Esparron (superficie de 160 ha, profondeur 55 m au niveau du barrage), dont le niveau est quasiment constant, le marnage n'excédant pas 1 mètre.

La **Grotte aux chauves-souris** constitue l'un des deux sites les plus importants de France pour la reproduction du Murin de Capaccini. Située sur la rive droite du Verdon, son développement suit une orientation nord-ouest et s'étend sur 80m (cf. annexes). Constituée de roche calcaire, elle est caractérisée par une inondation permanente de son entrée sur la moitié de sa hauteur, et par la présence de nombreuses cloches, pièges à air chaud particulièrement appréciés par les chauves-souris notamment en période de reproduction (élevage des petits). Afin de protéger la diversité qu'offre cette grotte une grille a été posée en 1996 selon les conseils de J.F Noblet.

En période de reproduction, la colonie compte entre 2500 et 2900 individus, essentiellement de 4 espèces : Murin de Capaccini (environ 1200 adultes et 600 jeunes), Petit murin, Grand murin et Minioptère de Schreibers. Cette cavité accueille environ 35 % des effectifs reproducteurs de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et un peu moins de 30 % de la population reproductrice nationale.

Le **site d'étude** a été délimité *a priori* en se basant sur deux hypothèses : un déplacement potentiel des individus en chasse dans un rayon de 30 km autour du gîte et une exploitation préférentielle des milieux aquatiques calmes. Cette définition a été modifiée *a posteriori* car les animaux se sont déplacés à 35 km du gîte, majoritairement vers l'aval. La figure 2 représente la zone d'étude ainsi obtenue.

Cette zone s'étend au-delà des basses gorges du Verdon : en amont, jusqu'au lac de Sainte-Croix (Saint-Laurent-du-Verdon, 04), et en aval dans les vallées de la Durance et du Verdon. Cette zone présente un climat méditerranéen (été sec, température moyenne élevée, pluviométrie 700-1000 mm par an, 300 jours de soleil par an) et se caractérise par une végétation de type méditerranéen (chênaie verte et mixte, pin d'Alep, garrigue). L'aval de la zone, essentiellement formé par les vallées de la Durance et du Verdon, est beaucoup plus anthropisé que l'amont et est caractérisé par une activité agricole bien représentée (cultures fourragères, vignes, plantation fruitières...).

La Durance et le Verdon, ont tous deux subi de profondes modifications structurelles et hydrologiques par la construction au cours du XX^{ème} siècle de barrages hydroélectriques. Cela a entraîné une réduction importante de leur débit originel et l'apparition, notamment au niveau du Verdon, d'une alternance entre des zones d'eaux

courantes et des zones d'eaux stagnantes. Le lac d'Esparron, le bassin de Cadarache et le lac de Sainte-Croix comptent parmi les plus importantes masses d'eaux lentes de la zone d'étude

Deux cavités connues du Groupe Chiroptères de Provence sont incluses au sud-ouest de la zone d'étude : la Grotte de la Daouste (Jouques, 13) et la Grotte de St Eucher (Beaumont de Pertuis, 84). Ces cavités sont connues pour être utilisées par les Murins de Capaccini, notamment, en réservoir nocturne.



Figure 2: Zone d'étude du Murin de Capaccini dans le Verdon

MATÉRIEL

La liste du matériel utilisé pour le suivi par télémétrie est :

- ❖ 15 émetteurs : 1 x BIOTRACK à 0,50 g ; 1 x TITLEY à 0,52 g ; 4x TITLEY à 0,62 g ; 1x HOLOHIL à 0,64 g et 8x HOLOHIL à 0,66g. Gamme de fréquence : 148.000 à 149.000 MHz.
- ❖ 10 récepteurs : LA-12Q de AVM ; Australis 26K de TITLEY.
- ❖ Antennes Yagi – 2 par équipe : 4 éléments de TELEVILT ; 3 éléments de TITLEY
- ❖ 3 Antennes Null-peak¹ de TELONICS
- ❖ 3 rosaces pour Null-peak
- ❖ Antennes filaires de toit – 1 par équipe mobile
- ❖ Boussoles – 1 par équipe : plates et à visée
- ❖ Talkie-Walkie DJ-446 de ALINCO
- ❖ Montres – 1 par équipe
- ❖ Mâts de surélévation des antennes Yagi – 1 par équipe mobile
- ❖ Fiches de relevé – plusieurs par équipe
- ❖ Cartes carroyées au 1/25 000^{ième} – 1 par équipe
- ❖ Piles, accumulateurs, batteries et chargeurs.

¹ Les antennes de type Null-peak sont composées de deux antennes de type Yagi. Elles permettent une réception très précise (à 1° près) grâce à l'extinction du signal.

CAPTURE ET ÉQUIPEMENT DES ANIMAUX

Pour chaque session d'étude, deux captures ont été réalisées. Ce choix permet d'équiper les animaux en deux fois, ce qui facilite le suivi, tout en limitant le dérangement inhérent à cette manipulation. Les captures ont été réalisées en sortie de gîte, en posant des filets japonais à l'entrée de la Grotte aux chauves-souris. Bien que les captures en entrée de gîte (au matin) soient considérées comme moins perturbatrices pour une colonie de chauves-souris, nous avons choisi de réaliser des captures en sortie (le soir) pour plusieurs raisons.

❖ La cavité abrite près de 3000 chauves-souris de plusieurs espèces. Il est impossible de sélectionner les espèces en vol. Le seul facteur discriminant consiste en une répartition assez caractéristique des heures de sortie en fonction des espèces : les Murins de Capaccini sortent en général les premiers de la cavité. L'efficacité de cette méthode n'est cependant pas totale et de nombreux Minioptères de Schreibers se retrouvent également pris dans les filets. Une telle discrimination n'a pas été mise en évidence en entrée de gîte.

❖ Étant donnée la densité importante du flux de chiroptères en sortie, le nombre d'animaux captifs nécessaire à l'étude est rapidement atteint. En entrée de gîte, ce flux étant plus diffus, une présence plus longue au sein de la cavité serait nécessaire pour récolter les individus, ce qui augmenterait le dérangement de la colonie.

❖ La configuration de la cavité est telle qu'il n'est pas possible d'obstruer totalement l'entrée. Un espace d'environ 2 m demeure au-dessus des filets. Le flux important en sortie permet tout de même de capturer des animaux, alors que le flux plus dilué en entrée de gîte diminuerait certainement le succès de capture.

Les chauves-souris capturées ont été sexées, mesurées et pesées. Leur statut reproducteur a été rapidement déterminé (palpation). Seules les femelles gestantes, en bonne condition et aux meilleures aptitudes (poids et envergure conséquents) ont été sélectionnées pour l'étude.

Les animaux ont été équipés d'un émetteur, collé à l'aide d'une colle chirurgicale (SKINBOND®) entre les omoplates, et ont été relâchés. Ils ont été suivis dès leur sortie.

PROTOCOLES

La configuration difficile du terrain (gorges, peu d'accès routiers) ainsi que la capacité de déplacement importante des Murins de Capaccini ont rendu difficile le suivi des individus. Ainsi, au cours de l'étude 2005, le volume de données obtenues sur les femelles en gestation suivies a été insuffisant. Il a donc été convenu de réitérer le suivi 2006 sur les femelles à la même période de leur cycle biologique afin d'améliorer le jeu de données.

Deux sessions d'étude ont donc été réalisées selon le même protocole :

session 2005 : du 30/04/2005 au 14/05/2005

session 2006 : du 28/04/2006 au 12/05/2006

Les équipes

Le groupe de travail a été divisé en plusieurs équipes de deux ou une personne selon disponibilité. Les équipes se sont réparties comme suit :

- 1 équipe de coordination et de suivi
- équipes fixes de suivi
- équipes mobiles de suivi

Les équipes fixes, placées sur des points hauts stratégiques, permettent le suivi sur de grandes distances de plusieurs chauves-souris de façon simultanée et continue. Ces équipes utilisent les antennes de type Null-peak.

Le **Homing-in** est une catégorie de prise de donnée ne nécessitant pas d'azimuts ni de triangulations. Il est atteint par une équipe lorsque le signal est très puissant et qu'il est reçu de façon identique sur 360°. On s'accorde dans ce cas à estimer la présence de la chauve-souris dans un rayon de 50 m autour de l'opérateur.

Les équipes mobiles (véhiculées), munies d'antenne de type Yagi, se concentrent sur un individu et essaient de s'en approcher de manière à être en *Homing-in*. Elles doivent relever précisément leur position à chaque prise d'azimut.

L'ensemble de ces équipes est coordonné par **une équipe de coordination** qui recueille en temps réel les observations de chaque équipe de réception (position de l'équipe, heure, azimut, qualité du signal) et qui trace sur carte l'estimation des positions des chauves-souris. En fonction des tracés, l'équipe de coordination guide les autres équipes afin de réagir au mieux aux comportements des animaux.

Suivi par radiotracking

Les femelles équipées ont été suivies de leur sortie du gîte au crépuscule jusqu'à leur rentrée définitive à l'aube. Le suivi a été poursuivi pendant 3 nuits au minimum et pour atteindre 100 positions au minimum par individu.

Le suivi consiste en la prise simultanée d'azimuts de la part de toutes les équipes recevant un signal. L'intervalle de temps entre deux prises a été fixé à 5 minutes. C'est l'équipe de coordination qui gère la prise de donnée et la restitution. Lorsqu'un nombre suffisant de données a été atteint pour un individu, l'intervalle de temps a été augmenté, ce qui a permis de suivre plusieurs animaux simultanément, la coordination étant là encore assurée par l'équipe ainsi nommée. Trois individus au maximum peuvent ainsi être suivis simultanément, pourvu qu'ils chassent sur des sites proches.

La prise de position a été suspendue lorsque soit, plus aucune équipe ne recevait de signal et dans ce cas une ou plusieurs équipes de recherche ont été constituées pour retrouver l'individu, soit l'animal s'était posé et dans ce cas une veille a été assurée par l'équipe ayant la meilleure réception afin d'avertir de la reprise d'activité.

A chaque prise d'azimuts, les équipes ont attribué une qualité représentant la fiabilité de leur résultat. Afin de standardiser l'estimation de la qualité, un tableau a été dressé :

Intensité signal	Fenêtre réception signal	< 90°	90°	> 90°
Forte		3	3	2
Moyenne		2	2	1
Faible		2	1	1

Intensité du signal :
Forte : bips nets et explosifs, volume sonore puissant.
Moyenne : bips « standards », non explosif, mais bien audibles et réguliers.
Faible : bips peu audibles, volume très faible ou bips intermittents

Au cours de l'utilisation des antennes Null-peak, le paramètre de fenêtre de réception devient un angle d'extinction, et le tableau est donc modifié :

« null peak » parfait	« null peak » large	pas de « null peak » ou plusieurs « null peak »
3	2	1

« **Null-peak** » : au milieu des deux pics de réception (intensité maximale du signal), la réception s'annule totalement (voire persistance d'un signal à peine audible) sur quelques degrés (1 à 5°).
 « **Null-peak large** » : l'annulation de la réception s'effectue sur plus de 5° donc la donnée est moins précise.
Pas de « Null-peak » : pas d'annulation du signal. Dans ce cas, on prend le milieu de la fenêtre de réception pour azimut. Cette donnée est très imprécise. Dans le cas de **plusieurs « Null-peak »**, on choisit le plus net (en volume sonore et précision), si ce choix est impossible, l'azimut ne peut être pris.

Lorsque suffisamment de données ont été récoltées sur un individus, celui-ci n'a plus été suivi. Aucun individu n'a été re-capturé pour ôter l'émetteur, celui-ci se décollant de lui-même au bout de quelques semaines.

Traitement des données

Le protocole de traitement des données a été élaboré suite à l'exposition des différentes méthodes d'analyse des domaines vitaux par radiotracking (Harris *et al.*, 1990 ; Worton, 1989) et en adéquation avec plusieurs études antérieures sur les territoires de chasse des chauves-souris (Bontadina *et al.*, 2002 ; Quekenborn, 2002 ; Levadoux, 2003 ; Dubos, 2004 ; Barataud *et al.*, 2005). Des ajustements ont été apportés afin d'adapter le protocole à l'espèce.

Les prises d'azimut synchrones et les Homing-in ont été traités afin d'obtenir des positions estimées des chauves-souris. Pour les données de Homing-in, la position estimée de l'animal a été considérée comme celle de l'équipe de réception (sauf en cas de mention contraire de la part de l'équipe). Pour les prises d'azimut, la position a été estimée par triangulation (3 azimuts synchrones) ou à défaut par biangulation (2 azimuts synchrones) à l'aide des logiciels LOCATE II (Nams, NSAC, Canada 2000) et LOCATE III (Nams, 2006. Pacer Computer Software, Tatamagouche, Nova Scotia, Canada). A chaque position estimée a été associée une ellipse de confiance à 95 %.

Les coordonnées des positions des individus ainsi obtenues ont ensuite été importées sous Arcview 3.1 pour effectuer une analyse spatiale (SIG) des données grâce à l'extension Animal movement (Hooge, P. N., W. Eichenlaub, E. Solomon. 1999. The animal movement program, USGS, Alaska Biological Science Center). Ainsi, pour chaque individu suivi ont été définis :

❖ Le **MCP** (Minimum Convex Polygon) : c'est le polygone reliant l'ensemble des positions externes pour chaque individu. Celui-ci a été déterminé à partir des positions des chauves-souris en activité de chasse ou de déplacement et est défini comme l'habitat disponible pour l'animal.

❖ Le **Kernel** (Worton, 1989) qui ne prend en compte que les positions calculées lors de l'activité de chasse. Cette méthode se base sur un estimateur de densité et délimite les surfaces englobant les zones les plus denses de la distribution des positions des individus. Ce périmètre est considéré comme l'habitat utilisé par la chauve-souris. Deux types de Kernel sont utilisés : le **K95** (Kernel 95 %) est la surface englobant les zones à plus forte densité de positions et comprenant 95 % de la distribution, et le **K50** (Kernel 50) qui englobe les zones à plus forte densité de positions sur seulement 50 % de la distribution.

D'un point de vue biologique, il est admis que le K95 représente les habitats de **chasse secondaires** et que le K50 représente les habitats de chasse exclusifs (Levadoux, 2003). Le K95 regroupe donc l'espace régulièrement visité par l'animal en chasse et le K50, un sous-ensemble du K95, représente ses zones de **chasse intensive**.

La construction des surfaces Kernel nécessite un **facteur de lissage, H (smoothing factor)**, influençant directement la forme du contour Kernel, et donc la surface de l'habitat utilisé. Plusieurs méthodes sont disponibles pour évaluer ce paramètre, l'essentiel étant qu'il rende compte de la précision des positions obtenues. Les résultats de l'analyse s'appliquant au niveau de l'espèce étudiée (et non au niveau individuel), nous avons choisi un H commun à tous les individus suivis au cours d'une même session.

Une **typologie** ayant été établie, les pourcentages des différents types de milieux présents dans l'habitat disponible (MCP) et utilisé (K95 et K50) ont été calculés pour chaque individu. Ces proportions ont ensuite été testées statistiquement (tests de Bonferroni) afin de mettre en évidence une éventuelle préférence ou un rejet de certains types de milieux à l'échelle de l'espèce.

Typologie

L'analyse cartographique des milieux utilisés par le Murin de Capaccini impose la définition précise des différents types de milieux présents sur la zone d'étude.

Une typologie adaptée à l'habitat de l'espèce a donc été élaborée. Cette espèce étant particulièrement liée aux milieux aquatiques, l'accent a été mis sur la caractérisation des cours d'eau et de la végétation riveraine. Cette typologie prend également en compte la structure des habitats par la présence relative des strates herbacées (h), arbustives (a) et arborescentes (A).

Les couches cartographiques utilisées ont été fournies par le PNR Verdon. Pour les zones hors Parc, la cartographie a été réalisée à partir d'orthophotos (source : DIREN Provence-Alpes-Côte-d'Azur) et par de nombreux relevés de terrain.

Définition des milieux rencontrés sur l'aire d'étude

	Types d'habitats		Caractéristiques
Milieu aquatique	Eau stagnante	Etang	Profondeur ? 2-3m
		Lac	Profondeur >10m
		Eau stagnante artificielle	Canaux, station dépuraton avec bacs de décantation. Milieux aquatiques caractérisés par l'absence de végétation et la présence de rebord en dur.
	Eau courante	Radier	Zone caractérisée par une hauteur d'eau faible, une granulométrie grossière et visible à la surface de l'eau et une vitesse supérieure à la moyenne du cours d'eau.
		Mouille	Zone d'érosion caractérisée par une hauteur d'eau importante, et une vitesse faible à nulle.
		Plat	Portion rectiligne et uniforme caractérisée par une hauteur d'eau et une vitesse faible et homogène.
		Chenal lotique	Portion rectiligne. Plat caractérisé par une vitesse et une hauteur d'eau moyenne à forte. Un plat en crue est un chenal lotique.
		Lône	Bras mort relié ou non au lit du cours d'eau. Vitesse faible à nulle, granulométrie fine. Nous avons réuni dans ce faciès aussi bien les bras morts importants que les flaques de
	Chute artificielle	Chute d'eau créée par la présence d'un barrage.	
	Embâcle	Barrages, embâcles rocheux.	
Milieu riverain	Stade herbacé Dominance de la strate herbacée	Végétation pionnière des bords de cours d'eau	Fait référence aux lits des cours d'eau recouverts de galets ou de sable avec présence d'une strate herbacée uniquement de type glaucium.
		Prairie humide	Présence d'une strate herbacée uniquement, de type roseau et Eleocharis palustris.
		Végétation pré-arbustive des bords de cours d'eau	Présence d'une strate herbacée dominante et apparition d'une strate arbustive non dominante de hauteur faible (h?50cm).
	Stade arbustif Dominance strate arbustive	Fourré arbustif des bords de cours d'eau	Présence d'une strate herbacée et d'une strate arbustive dominante de type saulaie-peupleraie noire (h<4m).
	Stade arborescent Dominance strate arborescente	Forêt riveraine jeune	Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance de la strate arborescente, les deux autres strates étant bien représentées : continuum dense des 3 strates. Espèces à bois tendre de type saulaie-peupleraie noire (h ?4m).
Forêt riveraine mature		Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance d'une strate arborescente haute, les deux autres strates étant peu représentées, voir absentes. Espèces à bois tendre de type saulaie-peupleraie blanche (h>4m).	
Milieu terrestre	Milieu ouvert Dominance de la strate herbacée	Culture	Champs
		Clairière forestière	Ouverture végétale liée à une coupe rase.
		Pelouse et prairie	Présence d'une strate herbacée uniquement.
	Milieu semi-ouvert Dominance strate arbustive	Verger	Présence d'une strate arbustive artificielle uniquement (plantations jeunes de vergers, vignes, chênes truffiers, oliveraies..).
		Lande et fruticée	Présence d'une strate herbacée et d'une strate arbustive dominante (Ciste, romarin, genêt, genévrier..).
	Milieu fermé Dominance strate arborescente	Parc urbain	Présence d'une strate arborescente et d'une strate herbacée uniquement : milieu régulièrement entretenu.
		Plantation de peupliers	Présence d'une strate arborescente et d'une strate herbacée uniquement.
		Forêt de feuillus sempervirents non résineux	Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance de la strate arborescente de type Chênaie verte, les deux autres strates étant peu représentées.
		Forêt de feuillus mixte	Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance de la strate arborescente. Espèces à bois dur (chênes blancs, verts..).
		Forêt mixte	Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance de la strate arborescente. Espèces à bois dur. mélange de feuillus (chênes) et de résineux (pin Alep).
		Forêt de résineux	Présence des trois strates (h, a et A) avec dominance de la strate arborescente. Espèces bois dur (pins Alep).
		Milieux brûlés	Milieux forestiers ayant subi un incendie en été 2005, en cours de régénération. Caractérisé par des arbres sur pied et une strate herbacée.
	Milieux rocheux	Roche	Falaises, carrières, éboulis.
Milieu urbain	Urbain	Habitations, routes, parkings, terrains vagues.	

Typologie des milieux et structures utilisée

Formation herbacée	h
h1 (Strate h uniquement)	
Cultures	h1a
Végétation pionnière des bords de cours d'eau	h1b
Prairies humides	h1c
Pelouses et prairies sèches	h1d
h2 (Strate h et a ou A)	
Végétation pré-arbustive des bords de cours d'eau	h2a
h3 (Strate h, a et A)	
Clairières, anciennes coupes de bois	h3a
Formation arbustive	a
a1 (Strate arbustive uniquement)	
Vergers	a1a
a2 (Strate a et h ou A)	
Fourrés arbustifs des bords de cours d'eau	a2a
Landes et fruticées (Garrigues)	a2b
a3 (Strate a, h et A)	
Fourré, lisière de forêt	a3a
Formation arborescente	A
A1 (Strate arborescente uniquement)	
Forêt de résineux	A1a
A2 (Strate arborescente et h ou a)	
Plantations d'arbres	A2a
Parcs urbains	A2b
Milieux brûlés	A2c
A3 (Strate arborescente, h et a)	
Forêts riveraines jeunes	A3a
Forêts riveraines matures	A3b
Forêts de feuillus caducifoliés	A3c
Forêts de feuillus sempervirents	A3d
Forêts de feuillus mixtes	A3e
Forêts mixtes	A3f
Milieu aquatique	E
Eaux stagnantes E1	
Etangs	E1a
Lacs	E1b
Eaux artificielles	E1c
Eaux courantes E2	
Radiers	E2a
Plats	E2b
Mouilles	E2c
Bras morts	E2d
Embâcles	E2e

Les **couleurs** représentent les grands types de milieu : végétation terrestre (vert foncé), végétation riveraine (vert clair), eaux calmes (bleu), eaux courantes (mauve), autres milieux (orange).

Les **codes** sont construits ainsi : la première lettre représente la strate dominante (herbacée, arbustive, arborescente), le chiffre représente le nombre de strates, et la seconde lettre est un indice permettant de différencier les catégories.

RÉSULTATS ET ANALYSES

CAPTURES ET ÉQUIPEMENT

Sur l'ensemble des deux sessions, 4 captures ont été réalisées. Les chauves-souris gestantes les plus aptes à supporter l'émetteur (poids et envergure importants, bon état général) ont été sélectionnées et équipées.

Par la suite, chaque individu sera désigné par la fréquence de son émetteur.

Au total, 36 chauves-souris ont été capturées et 15 ont été équipées d'un émetteur.

Sur les deux sessions, les femelles capturées en mai sont significativement plus lourdes que celles capturées en avril (moyennes respectives : 10,63 (+/- 0,75) g et 12,03 (+/- 0,36) g), ce qui s'explique par un état plus avancé dans la gestation.

Le poids de l'émetteur représente en moyenne 5,6 % du poids de l'animal (min. : 4,2 % et max. : 6,5 %). Il est généralement admis que le poids de l'équipement ne doit pas dépasser 5 % du poids de l'individu (Aldridge & Brigham 1988). Cette règle n'est pas toujours respectée dans notre échantillon, il ne semble pas cependant que les animaux aient subi de gêne attribuable à la pose de l'émetteur.

Date de capture	Code ém.	Poids CS (g)	AB CS (mm)	%
30-avr-05	323	9,5	40,2	6,53
30-avr-05	402	10,5	41,0	5,90
30-avr-05	444	9,5	40,4	6,53
30-avr-05	603	11,5	42,0	5,57
30-avr-05	919	10,3	40,4	5,07
10-mai-05	81	11,9	42,1	4,20
10-mai-05	363	12,1	41,7	5,12
28-avr-06	359	10,9	40,9	6,06
28-avr-06	440	11,2	40,8	5,89
28-avr-06	790	11,0	40,7	6,00
28-avr-06	859	11,3	42,3	5,84
6-mai-06	257	12,0	41,7	5,50
6-mai-06	301	12,1	41,1	5,45
6-mai-06	500	11,5	41,6	5,74
6-mai-06	680	12,6	41,5	5,24

Tableau : Caractéristiques biométriques des chauves-souris capturées au cours des deux années de suivi et fréquences des émetteurs.

SUIVI DES INDIVIDUS ET DONNÉES OBTENUES

La bonne tenue des émetteur a permis de suivre les animaux durant les 15 nuits de chaque session.

CS	Session	Nb de nuits de suivi	Temps de suivi (heures) cumulé par session	Nb Homing-in	Nb Triangulations	Nb total de positions en chasse	Estimation des territoires de chasse
257	2006	3	13,25	0	11	155	Correcte
301	2006	5	8,00	2	6	101	Correcte
359	2006	5	5,75	0	6	61	Correcte
440	2006	4	10,00	0	19	119	Correcte
500	2006	3	6,00	0	4	91	Correcte
680	2006	2	7,25	0	0	76	Correcte
790	2006	7	9,50	2	16	119	Correcte
859	2006	6	4,50	4	3	49	Insuffisante
81	2005	3	8,00	1	0	121	Correcte
323	2005	11	12,25	5	4	95	Correcte
363	2005	5	15,00	0	0	73	Insuffisante
402	2005	3	Observations ponctuelles	0	0	0	Insuffisante
444	2005	9	17,75	19	19	159	Correcte
603	2005	5	3,00	3	7	24	Insuffisante
919	2005	8	12,00	2	0	8	Insuffisante

Tableau : Efficacité de suivi et données obtenues par individu²

²Les détails des estimations des territoires de chasse sont expliqués dans la partie « Tests préliminaires » de l'analyse cartographique.

Au total, **1251 positions** ont été déterminées sur l'ensemble des deux sessions, le nombre de positions par chauve-souris s'étend de 8 à 159 (0 pour un individu, non pris en compte dans l'analyse).

En fonction de l'accessibilité de leur territoires de chasse, les chauves-souris ont été suivies avec plus ou moins d'efficacité, le nombre de nuits de suivi variant de 2 à 11. Au cours d'une nuit, le suivi des individus a également été irrégulier, si l'on considère les temps de suivi cumulés, variant de 3 heures à un peu moins de 18 heures sur l'ensemble de chaque session. Cette variation est expliquée par la faculté de certains animaux à quitter subitement leur territoire de chasse et qui n'ont pas été retrouvés ensuite (territoire trop éloigné ou inaccessible).

Les positions absurdes (en dehors de la zone de présence réelle des animaux), les relevés uniques (un seul azimut) ou non synchrones ont été exclus. Les positions déterminées alors que l'animal était en déplacement n'ont pas été prises en compte, l'étude se focalisant sur les territoires de chasse. Suite à ces traitements analytiques, un **nombre total de position en chasse** a donc été déterminé. Ces positions ont été majoritairement calculées à partir de biangulation, il y a en effet peu de Homing-in et peu de triangulation.

COMPORTEMENTS DE CHASSE

Utilisation des gîtes

La Grotte aux chauves-souris ne constitue pas l'unique gîte de la zone d'étude. En 2005, trois individus ont utilisé à plusieurs reprises la Grotte de la Daouste (Jouques, 13) comme gîte diurne. La Grotte de St Eucher (Beaumont-de-Pertuis, 84) a également été utilisée en reposoir nocturne. En 2006, la Grotte de St Eucher a été utilisée une fois avec certitude en gîte diurne. Le contrôle des entrées/sorties de gîte n'ayant pas été systématique pour chaque individu durant toute la période de suivi, aucune preuve supplémentaire d'utilisation d'autres gîtes ne peut être fournie. La Grotte aux chauves-souris reste néanmoins le gîte principal.

Il est important de noter qu'au cours d'une récolte de guano le 25/05/2005, un essaim de 40 Murins de Capaccini environ a été découvert avec des jeunes de l'année à St Eucher. Cette observation constitue la première donnée de reproduction dans ce site.

Sites de chasse et distances parcourues

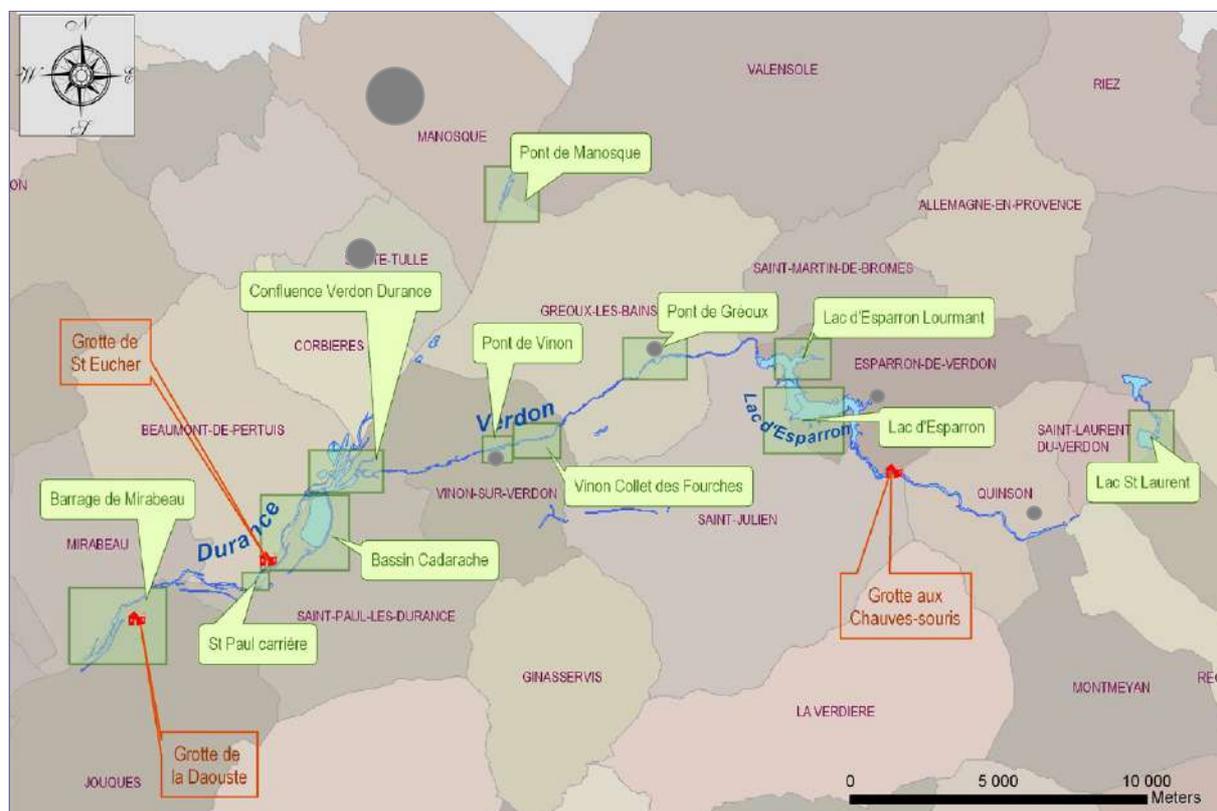


Figure 3 : Les 11 sites de chasse identifiés sur la zone d'étude

LIFE04NAT/FR/000080

Sur les 15 chauves-souris équipées, 1 n'a fait l'objet que d'observations ponctuelles. Aucun territoire de chasse n'a pu être déterminé pour cet individu (402). A partir du suivi de 14 individus, **11 sites de chasse** ont pu être identifiés sur la zone d'étude, disposés le long de la Durance et du Verdon (cf. Figure 3). Certains de ces sites n'ont accueilli qu'un unique individu, d'autres ont été visités par plusieurs chauves-souris équipées : parfois jusqu'à 5 individus différents. La fréquentation des sites de chasse par les individus est présentée dans le tableau ci-dessous.

Pour chaque site de chasse, la **distance linéaire** entre la Grotte aux chauves-souris et le site en question a été déterminée. La **distance supposée parcourue par les individus** se rendant sur le site en question, en suivant les cours d'eau, a également été estimée. Le suivi a en effet permis de constater que les Murins de Capaccini se déplacent majoritairement en suivant les vallées. Une seule preuve de transit « terrestre » a été apportée en 2005 par l'individu 919 : la traversée du plateau de Gréoux pour rejoindre le site du Pont de Manosque.

Bien que l'utilisation de plusieurs gîtes soit avérée, et étant donnée l'absence de contrôle systématique du gîte diurne pour chaque individu, les **distances gîte-site de chasse** ont été déterminées à partir de la Grotte aux chauves-souris, lieu de capture des individus et gîte de reproduction principal de la colonie. La distance maximale a été estimée à 34 km du gîte !

	Confluence Verdon-Durance	Bassin Cadarache	Gréoux barrage	Barrage Mirabeau	Lac Esparron	Lac Esparron Lourmant	St Paul Carrière	Manosque Pont	Vinon pont	Vinon Collet Fourches	Lac St Laurent	Nb site / CS	Dist moyenne GE-site pour chaque CS
81	X	X										2	23,8
323			X	X								2	18,8
363		X										1	25,2
444	X		X	X			X					4	22,0
603				X								1	26,5
919								X				1	23,7
257	X											1	22,4
301		X			X					X		3	15,3
359					X						X	2	8,1
440		X			X							2	14,9
500	X					X						2	14,5
680	X	X										2	23,8
790		X	X		X	X			X			5	13,0
859			X			X						2	8,8
Nb CS / site	5	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1		
Dist linéaire GE-site (km)	18,2	19,6	8,7	26,5	3,4	4,8	21,8	16,0	13,3	12,0	9,0		
Dist estimée GE-site (km)	22,4	25,2	11,0	34,0	4,6	6,5	28,0	23,7	17,8	16,2	11,5		

GE: Grotte aux chauves-souris d'Esparron de Verdon – Les individus de la session 2005 sont en gris, ceux de 2006 en noir.

CS: chauve-souris

Tableau : Fréquentation des sites de chasses et distances parcourues par les animaux

Sur les 11 sites de chasse, les plus fréquentés se situent entre 3 et 34 km du gîte diurne de la colonie. Ce sont :

- ❖ La confluence Verdon – Durance : 5 individus
- ❖ Le bassin de Cadarache : 5 individus
- ❖ Le barrage de Gréoux : 4 individus
- ❖ Le barrage Mirabeau : 3 individus (en 2005 uniquement)
- ❖ Le lac d'Esparron : 3 individus (en 2006 uniquement)

La proximité ne semble pas être le facteur influençant l'utilisation de ces gîtes.

Les chauves-souris ont utilisé **de 1 à 5 sites de chasses différents** sur la période de suivi, situés à plus ou moins grande distance de la Grotte aux chauves-souris (de 3 à 34 km). La pression de suivi étant différente selon les individus, il n'a pas été possible de mettre en évidence une variabilité inter-individuelle sur la distance à laquelle les individus vont chasser et sur le nombre de sites utilisés. Les impressions de terrain laissent néanmoins supposer qu'une telle variabilité est réelle. La fidélité aux sites de chasse n'a pas pu être montrée. Certains

individus retournent chasser plusieurs nuits consécutives sur les mêmes site, parfois aux mêmes heures, et d'autres individus changent régulièrement de comportement de chasse. Plus qu'une fidélité aux territoires de chasse, l'hypothèse de l'exploitation d'une quantité importante et localisée de proie est à rechercher.

Pour un individu, il a été possible d'estimer la **vitesse de déplacement** en sortie de gîte puis en entrée. Cette estimation repose sur 5 jeux de données. On compte en sortie de gîte des vitesses variant de 20 à 47 km/h et en retour au gîte, des vitesses variant de 18 à 69 km/h. Le retour au gîte semble être particulièrement rapide.

Heures de sortie

Les heures de sortie de gîte et de retour n'ont pas été relevées systématiquement pour tous les individus. Pour

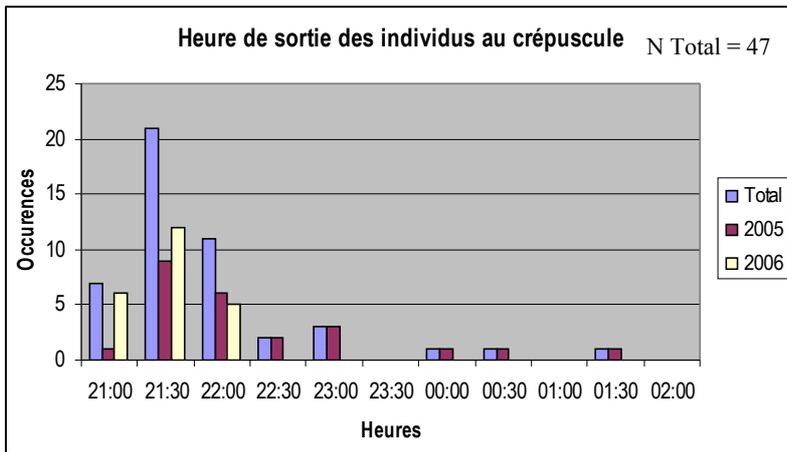


Figure 4 : Distribution des heures de sortie sur les deux années de suivi.

contrôler les entrées/sorties, l'équipe désignée était située sur la rive opposée à la cavité, à 500 m de l'entrée de la Grotte. Cette position ne permettait pas la vue directe sur la cavité mais était le meilleur compromis entre la surveillance du gîte et la mobilité de l'équipe.

Les heures de sortie des chauves-souris s'échelonnent entre 21h17 et 01h50 (soit 19h17 et 23h50 en UTC³) et 83 % des sorties ont eu lieu avant 22h30 (20h30 UTC).

Les heures relevées le lendemain des captures n'ont pas été prises en compte, la perturbation générée au gîte influençant certainement ce paramètre.

Heures de retour

Le retour des chauves-souris au gîte s'effectue entre 04h09 et 05h46 (02h09 et 03h46 en UTC) et 78 % des individus sont rentrés après 05h00 (3h00 UTC). Les rares retours observés en cours de nuit (vers 23h – 00h00) n'ont pas été comptabilisés ici.

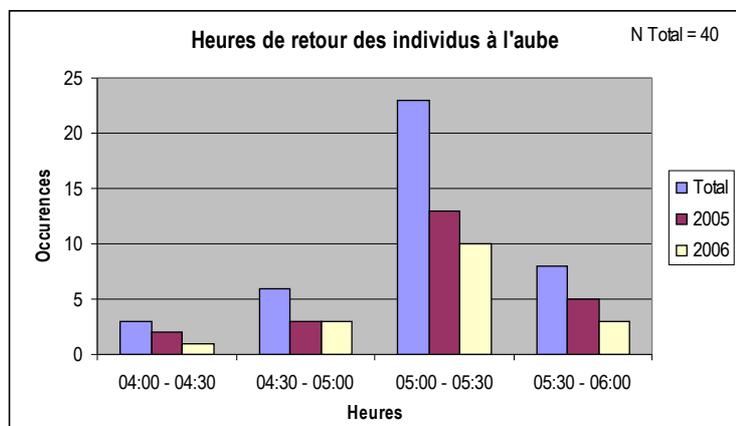


Figure 5 : Distribution des heures de retour au gîte sur les deux années de suivi

Durée de chasse

Les durées de chasse des animaux sont difficiles à généraliser. L'efficacité du suivi a en effet varié considérablement entre 2005 et 2006. Ainsi en 2005 une grande partie du temps des équipes était consacrée à la recherche des individus en chasse, et lorsqu'ils étaient localisés, il était impossible de connaître la durée de chasse déjà écoulée. En 2006, cette recherche a été facilitée par la connaissance du terrain et des habitudes des animaux, et certains individus ont pu être suivis de leur sortie du gîte jusqu'à leur retour. Considérant les observations effectuées sur les deux années, plusieurs constatations sont néanmoins faites :

- ❖ La durée de chasse sur un même site est très variable : entre 50 min et 5h48.
- ❖ Le temps écoulé entre la sortie de gîte et le retour définitif varie de 6h30 à 8h00. L'allongement progressif des journées sur les périodes de suivi joue nécessairement un rôle dans cette variation.

³ UTC : temps universel coordonné. La France est située à UTC+2 en heure d'été.

- ❖ Certains individus effectuent des pauses au cours de la nuit, dont la durée est comprise entre 30 et 50 minutes. Pour cela, elles peuvent revenir au gîte principal (cavité d’Esparron) ou utiliser une autre cavité : La Daouste ou St Euchèr, ou encore s’accrocher sur un autre site (arbre, falaise).
- ❖ Au contraire, certains individus chassent sans interruption, parfois sur un même site pendant toute la nuit.

ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DES TERRITOIRES DE CHASSE

Tests préliminaires

Pour l’ensemble des positions obtenues, les positions extrêmes ou absurdes ont été éliminées.

Afin d’évaluer la **représentativité du nombre d’individus suivis** quant à l’occupation de l’espace par la colonie, la surface cumulée des MCP a été représentée en fonction du nombre d’individus. Le plateau n’étant pas atteint, le nombre d’individus ne peut être considéré comme représentatif de l’ensemble de la colonie (Figure 6).

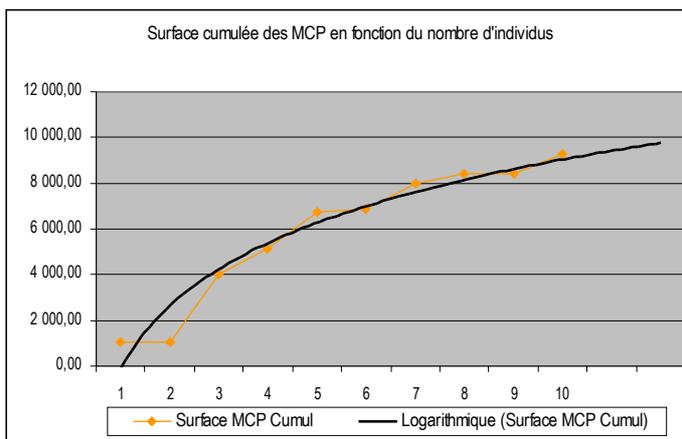


Figure 6 : Représentativité du nombre d’individus suivis par rapport à la surface cumulée d’habitat disponible

Etant donné le nombre dérisoire de données pour l’individu 402, il n’a pas été pris en compte dans l’analyse.

Pour les 14 autres individus, la **taille de l’échantillon** a été testée (Figure 7). On a considéré que le nombre de positions obtenues était suffisant lorsque chaque position supplémentaire ne produisait qu’une augmentation de 1% au maximum de la taille du domaine vital (Odum et Kuenzler, 1955). Pour chaque individu, on a donc représenté la surface du MCP en fonction du nombre de positions.

Par exemple, pour la chauve-souris 790, le nombre minimal de positions a été évalué à 35. Avec 119 positions en chasse, on estime que les données obtenues sont représentatives des territoires de chasse de cet individu. On a ainsi déterminé 4 individus pour lesquels le jeu de données est insuffisant, ils ne seront pas inclus dans l’analyse des habitats (cf. tableau p13).

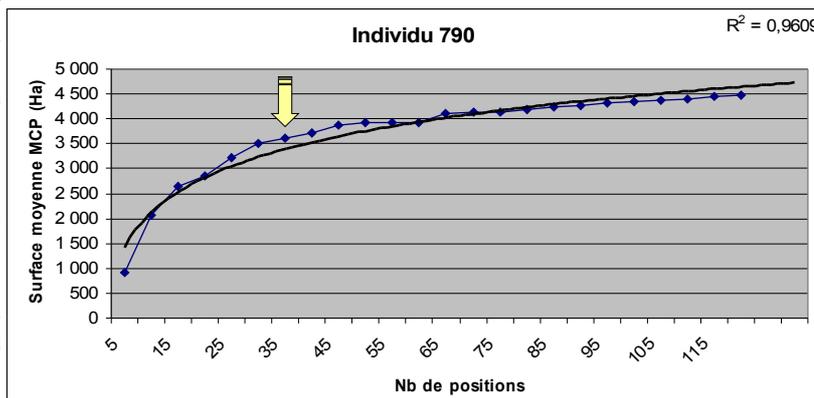


Figure 7 : Représentativité du nombre de positions pour l’ensemble des territoires de chasse de la chauve-souris 790

La méthode Kernel impose l’utilisation de positions indépendantes. **L’indépendance des données** a donc été testée. La prise de relevé n’étant pas continue pour chaque individu (interruptions dues aux pertes de signaux, aux pauses des animaux, aux choix de suivi), il est difficile d’appliquer un test statistique sur l’ensemble des sessions. Cependant d’un point de vue biologique, on peut évaluer cette indépendance. Si l’on estime la vitesse de déplacement des Murins de Capaccini à 45 km/h (voir chapitre « Comportements de chasse »), et considérant l’intervalle de temps choisi : 5 minutes, il apparaît que les animaux peuvent parcourir plus de 3,7 km entre deux prises de relevé consécutives. Or, tous les sites de chasse identifiés ayant des dimensions inférieures à cette limite, il est possible de considérer les positions successives comme indépendante au sein d’un même site de chasse. On se base pour cela sur le postulat qu’entre deux prises successives d’azimut, l’individu suivi a la possibilité de quitter le site qu’il exploite, et qu’au sein de ce site, tous les types d’habitat présents sont

accessibles de façon équivalente. On admet donc que chaque position de l'animal au temps t résulte d'un « choix » de celui-ci, et non d'une dépendance à sa position antérieure (au temps t-1).

L'**homogénéité** de l'échantillon a été testée. L'erreur angulaire moyenne associée à chaque position estimée a été comparée entre les sessions 2005 et 2006. Les valeurs de ce paramètre sont : 2,73° (2005) et 8,75° (2006). Cette erreur diffère significativement entre les deux sessions, l'élaboration des domaines vitaux a donc été réalisée de façon indépendante.

La précision des positions ne présente pas de différences significatives en fonction de la qualité des positions (3, 2 ou 1). L'ensemble des données a donc été analysé en un groupe homogène pour chaque session.

Les valeurs du **facteur de lissage H** ont été déterminées de manière graphique, de telle manière que les Kernels rendent compte de la précision des positions calculées. Ces valeurs sont : $H_{2005}=80$ et $H_{2006}=150$.

Élaboration des territoires de chasse

Pour chacun des 10 individus, les contours K95 et K50 ont été élaborés. Les territoires de chasse ont ainsi été figurés (Figure 8).

La surface des MCP varie de 91 à 4936 Ha. La surface du MCP peut être rapidement augmentée lorsque la distribution spatiale des positions de l'individu est multi-nodale⁴. Dans ce cas le MCP peut englober une grande proportion d'espaces non utilisés.

La végétation terrestre est majoritairement présente dans les MCP (Figure 9), ce qui est surprenant, cette végétation n'étant *a priori* pas utilisée par les Murins de Capaccini. On peut imaginer que la nature multi-nodale des territoires concernés explique cette proportion, les territoires à centre d'activité unique (081, 257, 680) ne présentant pas cette sur-représentation de la végétation terrestre.

La proportion de milieux aquatiques lotiques est très faible, mais représentative des caractéristiques de terrain sur cette portion des cours d'eau.

La taille des territoires de chasse (K95) est très variable selon les individus (76 à 261 Ha) et la chasse intensive est pratiquée sur des surfaces (K50) variant de 6 à 55 Ha.

	Surf MCP	Surf K95	Surf K50
257	230,97	148,89	39,00
301	3 653,24	148,10	12,04
359	1 636,15	114,29	17,51
440	2 724,99	260,70	54,98
500	1 010,46	91,64	16,82
680	91,18	75,64	18,99
790	4 935,92	247,18	47,88
81	1 034,80	162,81	17,30
323	1 696,51	79,44	8,43
444	3 371,30	80,51	5,91

Tableau : Surface des territoires en Hectares

Utilisation de l'habitat

Suite à la comparaison de la composition des MCP et K95 et K50 pour chaque individu (tests de Bonferroni⁵), il apparaît des différences dans l'utilisation des milieux. Ces différences sont généralisables à l'ensemble des individus suivis.

Analyses structurelles

En comparant les proportions des types d'habitats classés selon leur structure (h, a, A, E et U), on a pu mettre en évidence des sélections positives et négatives.

Parmi l'ensemble des milieux disponibles (MCP), **les milieux aquatiques lentiques (E1) et lotiques (E2) sont préférentiellement utilisés.**

Les milieux très ouverts h1 ou très fermés A2 et A3 sont évités.

Il apparaît une attirance significative vers les milieux « autres » (U), ce qui compte tenu des connaissances écologiques sur l'espèce, doit être un artefact du à un manque de sensibilité de l'analyse.

Milieux - structures	K95	K50
h1	o o o	o
h2		
h3		o
a1		o
a2		o
a3		
A1		
A2	o	
A3	o o o o o o	
E1	x x x	x x x
E2	x x x	x x x
U	x x	

Tableau : Sélection positive (X) ou négative (O) des milieux classés selon leur structure.

⁴ Plusieurs centres d'activité éloignés. Le MCP prends alors en compte l'espace entre les noyaux d'activité, ce qui représente une importante surface non exploitée par les animaux.

⁵ Les tests de Bonferroni (test de Chi² améliorés) consistent en la définition d'un intervalle théorique de proportion de chaque type d'habitat. Les proportions réelles sont ensuite comparées à cet intervalle. Les différences significatives sont figurées par un symbole (p < 0.1), deux symboles (p < 0.05) ou 3 symboles (p < 0.0001).

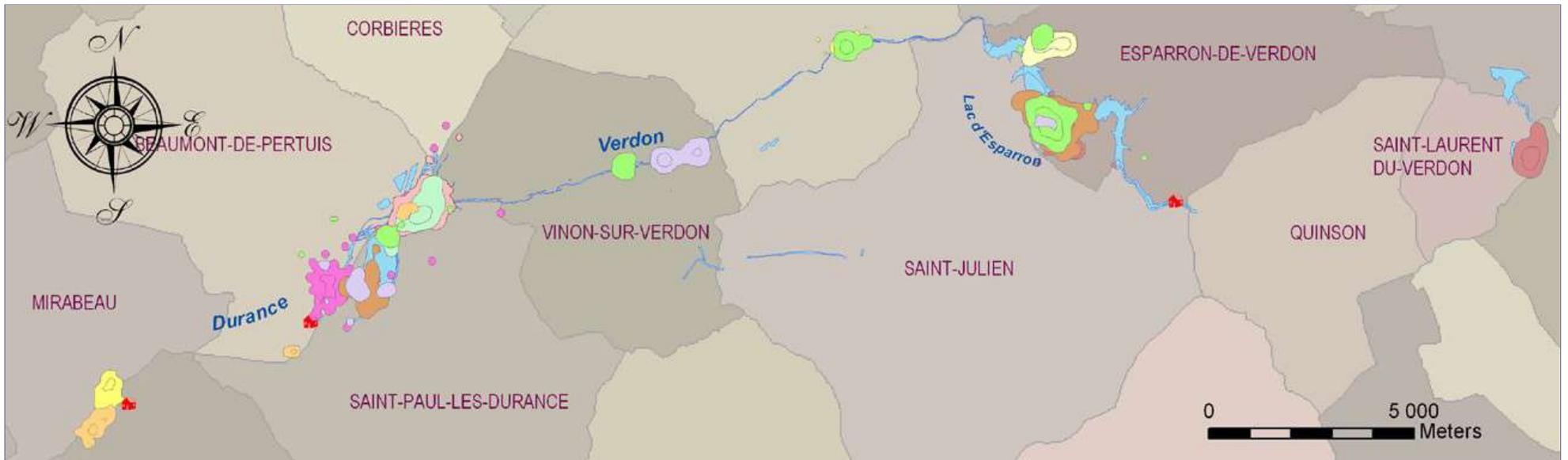
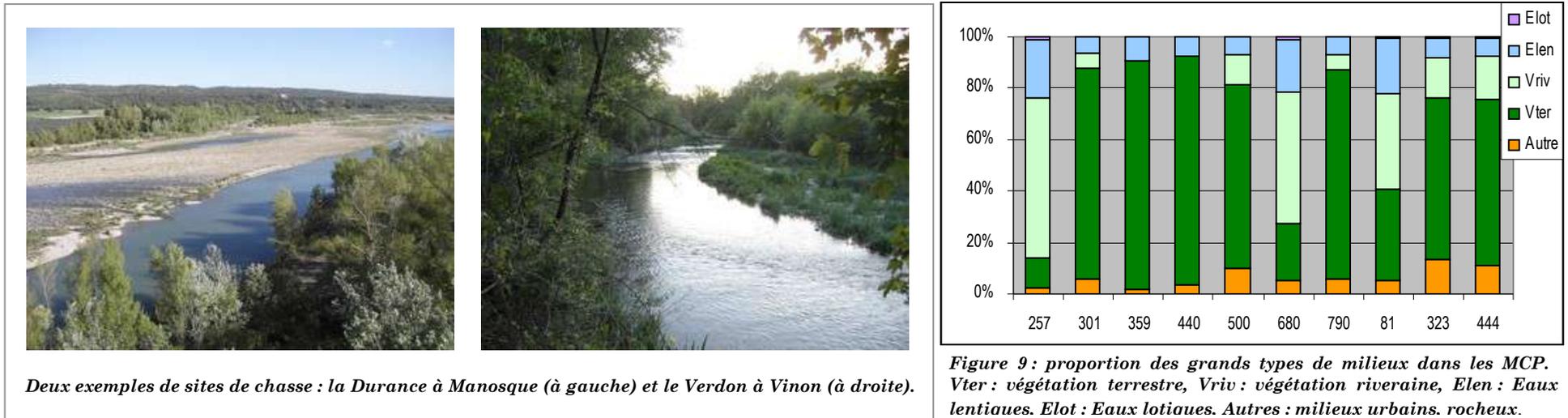


Figure 8 : Territoires de chasse des 10 Murins de Capaccini suivis en 2005 et 2006. Les contours kernel 95 (extérieur) et kernel 50 (intérieur) sont représentés de différentes couleurs selon les individus. Exemple de distribution multi-nodale (en vert).



Au niveau de la chasse intensive, les milieux sélectionnés sont les milieux aquatiques lenticques et lotiques E1 et E2.

Les milieux à dominante herbacée ou arbustive, mono- ou pluri-stratifiés sont évités. Les milieux arborés multi-strates (A3) sont ceux pour lesquels l'évitement est le plus significatif.

Les autres milieux ne font pas l'objet de préférence ou de rejet particulier.

Analyses qualitative

En comparant les proportions des 33 types d'habitats identifiés, des sélections peuvent également être mises en évidence.

Les lacs (E1b), les zones de plats (E2b) et les mouilles (E2c) sont particulièrement recherchés par les individus en chasse. La végétation pionnière riveraine est également sélectionnée positivement (h1b).

Les étangs sont recherchés par les animaux mais ne font pas l'objet d'une chasse intensive (E1a), puisqu'ils sont sous-représentés dans les K50.

La chasse intensive est concentrée sur les secteurs d'eau calme, exceptés les étangs, et sur la végétation herbacée liée aux zones humides (bords de cours d'eau notamment : h1b).

Les milieux urbains (Ub) apparaissent favorisés dans les territoires de chasse. Il est possible que ce résultat non conforme avec les observations de terrain provienne d'un biais du à la méthode.

La majorité des **milieux évités par les animaux suivis sont des formations végétales terrestres** (i.e. non liées aux zones humides). On peut citer en particulier les cultures (h1a) et les forêts (A3e), les pelouses (h1d), les clairières (h3a), les vergers (a1a), les milieux rocheux (Ua). Les milieux brûlés en 2005 (A2c), couvrant une grande surface, sont évités par les individus.

Les chutes d'eau (E2f) ne sont pas utilisées pour la chasse.

Les autres milieux ne font pas l'objet de préférence ou de rejet particulier.

DESCRIPTION DES SITES DE CHASSE ATTRACTIFS

Milieux	K95	K50
h1a	ooo	ooo
h1b	xxx	xxx
h1c		x
h1d	o	
h2a		
h3a		o
a1a	o	o
a2a		
a2b		o
a3a		
A1a		
A2a		
A2b		
A2c	o	o
A3a		
A3b		o
A3d		
A3e	ooo	ooo
A3f	o	ooo
E1a	x	o
E1b	xxx	xxx
E1c		
E2a		
E2b	x	xxx
E2c	xxx	xxx
E2d		
E2e		
E2f		o
Ua		o
Ub	x	
Uc		
Ud		
Ue		

Tableau : Sélection positive (x) ou négative (o) des milieux.

Les trois sites les plus attractifs (voir chapitre « Sites de chasse ») ont été déterminés d'après les contours des kernels les plus externes. A titre d'information, nous proposons une description synthétique de ces sites. La typologie a été fournie par le Parc Naturel Régional du Verdon, les Orthophotos ont été fournies par la DIREN Provence-Alpes-Côte-d'Azur. En raison du manque de données de terrain disponibles, ces descriptions restent très générales quant aux types de végétation impliqués (cf. la typologie pour quelques détails supplémentaires).

Site : Confluence Verdon Durance

Ce site se situe immédiatement en amont du barrage de Cadarache, à la confluence du Verdon, de la Durance et du canal EDF.

Le milieu aquatique, très représenté (27%), est également très varié : essentiellement constitué de zones lenticques tels les plats (portions de rivière à courant quasiment nul et à hauteur d'eau importante) et les étangs, il comporte également un radier important (en aval du Verdon). La végétation riveraine représente 47% du site : aux abords immédiats des cours d'eau se trouvent les stades herbacés et arbustifs des ripisylves (phragmites et quelques cariçaies, zones humides à grandes herbes), et la ripisylve mature (peupliers noirs et saulaie essentiellement), située au centre et au nord-est, occupe 29 % du site. En plus faible proportion (21 %), on trouve un milieu arboré non lié aux zones humides : des forêts mixtes au sud-est et enfin quelques forêts de feuillus mixtes à l'extrémité sud. Le site du Château de Cadarache, les bâtiments techniques du barrage et la digue longeant le canal sont les principaux milieux urbains du site (5%).

Site : Bassin de Cadarache

Ce site se situe immédiatement en aval du barrage de Cadarache, il englobe la moitié du bassin de Cadarache et le lit de la Durance sur le secteur des « Iscles », en amont du verrou de St Eucher.

Le milieu aquatique (36 %), exclusivement stagnant, est composé de l'étang de Cadarache (faible profondeur), du canal EDF et des plats de la rivière. La hauteur d'eau de l'étang est très faible, et la vase quasiment affleurante, ce qui préfigure ce milieu à être très productif en Chironomidés. La végétation riveraine représente 34 % de la surface du site et est située aux abords de la Durance et le long de la digue sud du bassin. Elle se compose essentiellement de peupliers (noirs et blancs). La végétation terrestre (17%) est localisée dans la plaine des Iscles par des plantations de peupliers et par quelques rubans de forêts de feuillus mixtes (chênaies) le long du canal EDF. Le milieu urbain est très représenté (13%), ce qui s'explique par la présence des bâtiments techniques du site de Cadarache et l'omniprésence des infrastructures autour du bassin (autoroute, bretelle d'accès, péage et digues).

Site : Barrage de Gréoux

Ce site se situe au sud de Gréoux-les-Bains et englobe le lit du Verdon entre le barrage et le pont de Gréoux.

Le milieu aquatique représente 14 % du site et est constitué de mouilles (hauteur d'eau importante, vitesse quasiment nulle). La végétation riveraine n'est constituée que d'un fin cordon le long du Verdon (5%). Plus d'un tiers du site est composé de végétation non liée aux zones humides, majoritairement des landes et des cultures. Les milieux urbanisés sont très représentés dans ce site (43%). Le Murin de Capaccini n'est pas connu pour chasser dans les milieux anthropiques et les impressions de terrain ne vont pas dans ce sens. En effet, si l'on considère la distribution des positions, il apparaît que la majorité d'entre elles sont concentrées sur l'eau autour du barrage. Ce sont donc les quelques positions obtenues dans le parc au nord du barrage et la promiscuité des campings (au sud) qui peuvent expliquer cette importance relative des milieux urbains. Il semble donc que ce soit le secteur du barrage qui concentre les chauves-souris en chasse.

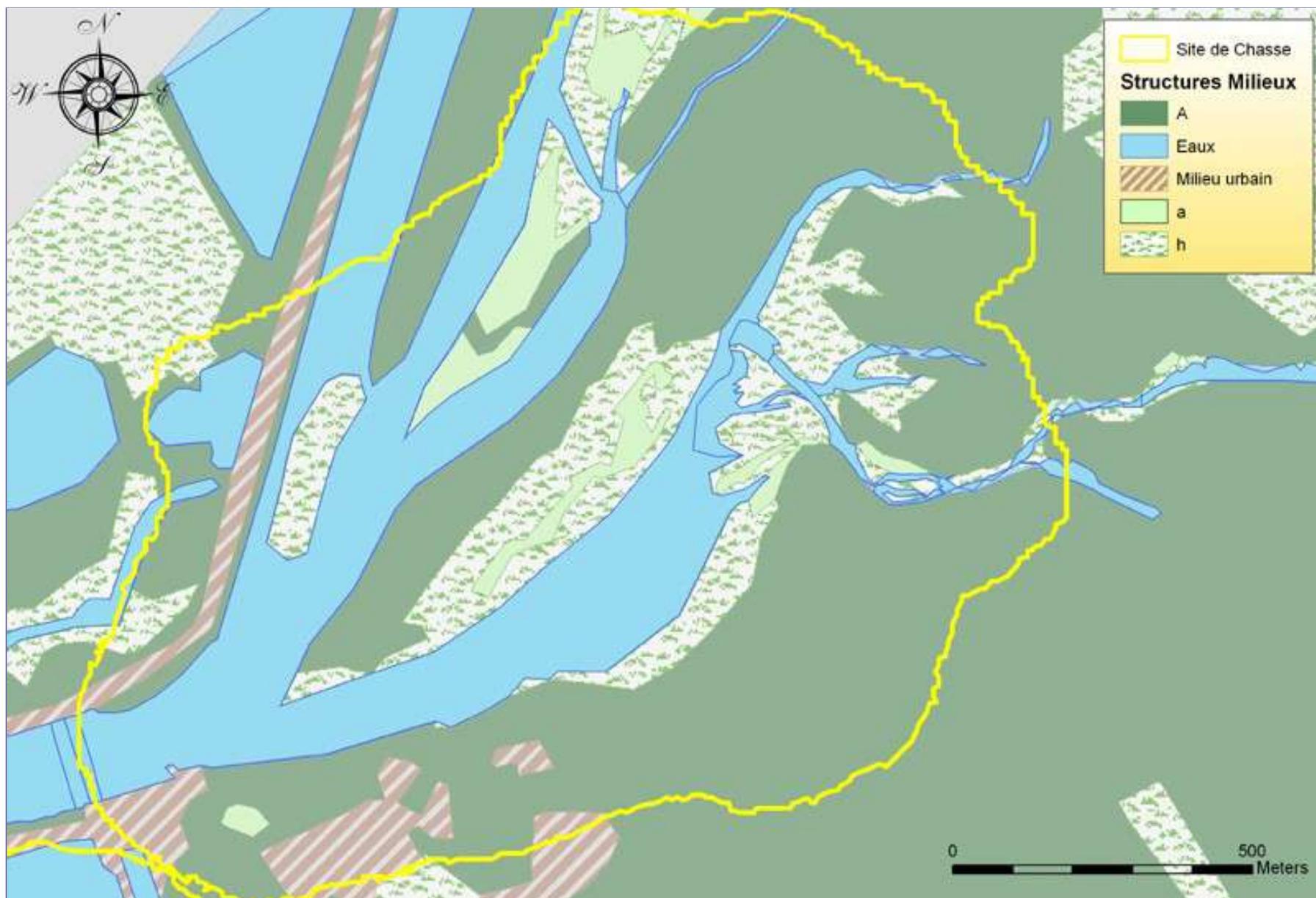


Figure 10: Composition du site de chasse « Confluence Verdon Durance »

LIFE04NAT/FR/000080

Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France

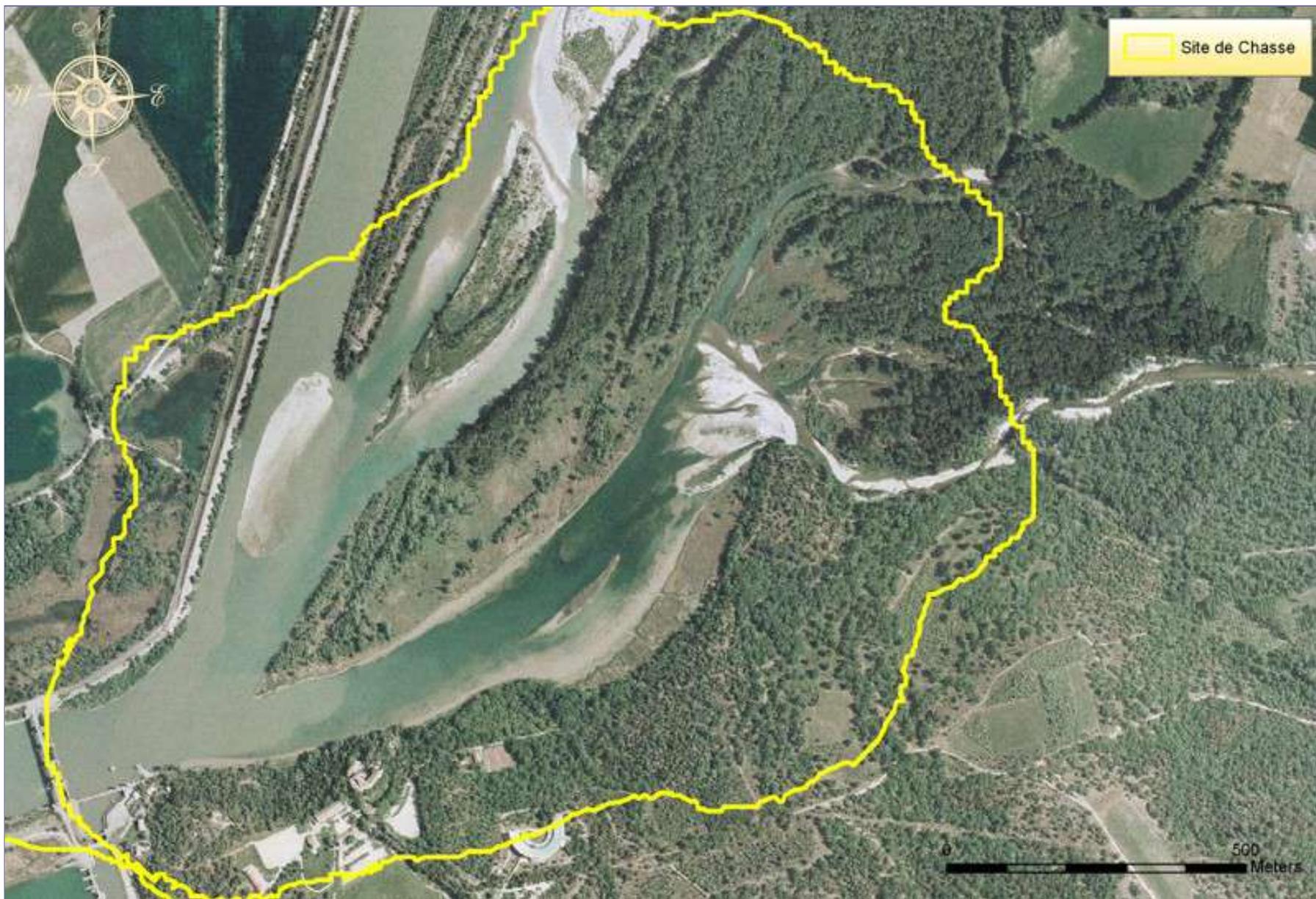


Figure 11: Vue aérienne du site de chasse « Confluence Verdon Durance »

LIFE04NAT/FR/000080

Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France

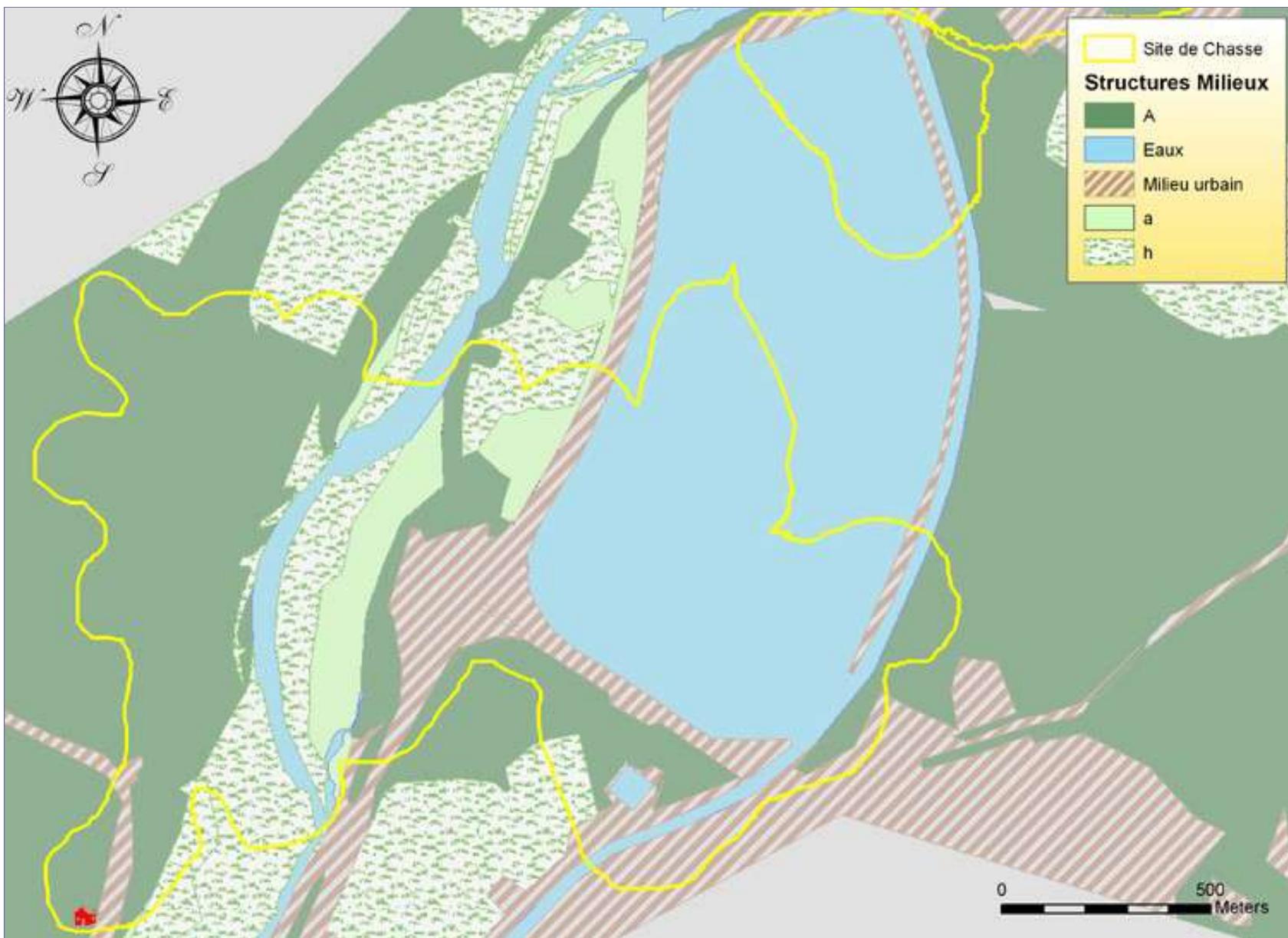


Figure 12: Composition du site de chasse « Bassin de Cadarache »
 LIFE04NAT/FR/000080
 Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France



Figure 13: Vue aérienne du site de chasse « Bassin de Cadarache »

Le gîte figuré est la Grotte de St Eucher

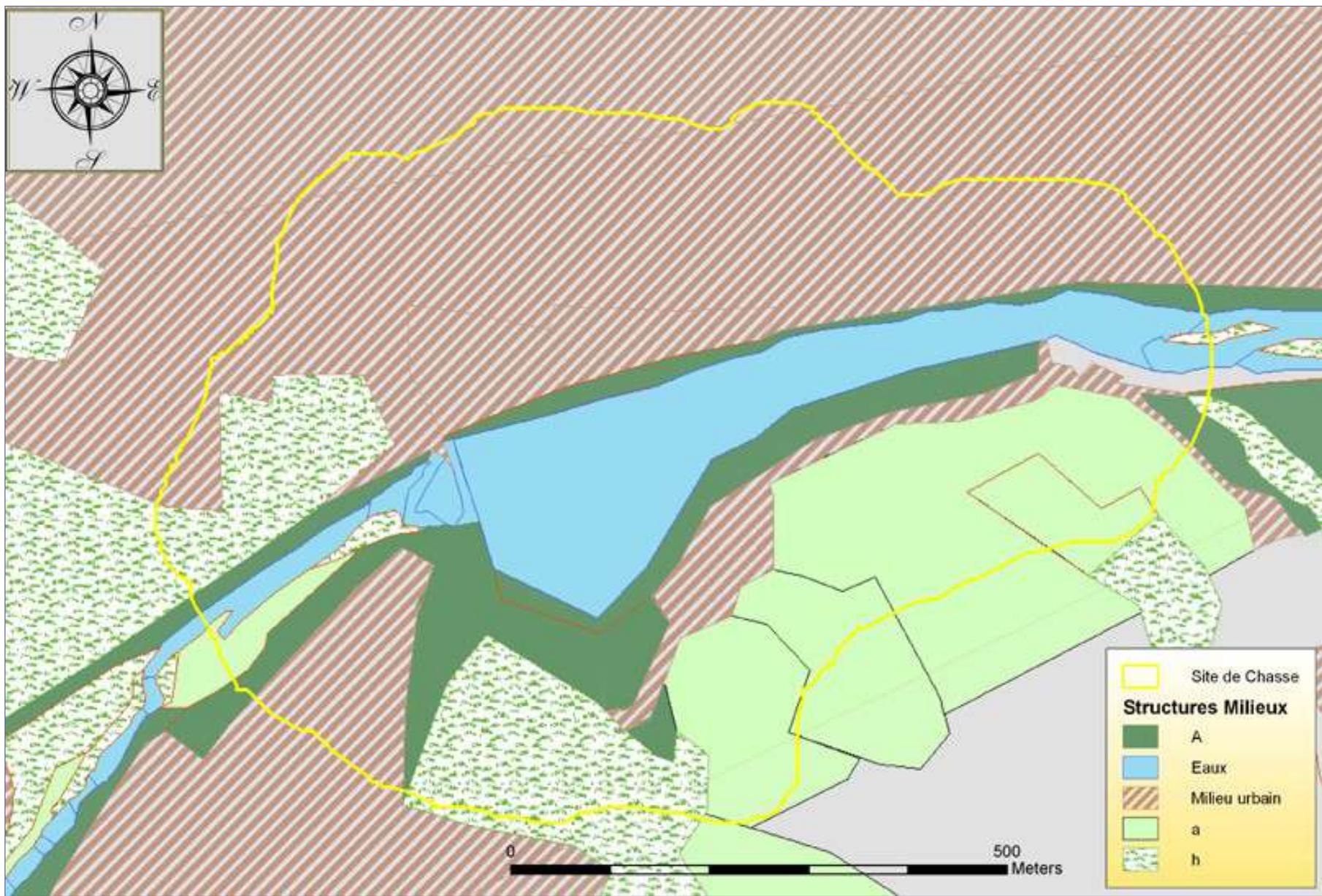


Figure 14: Composition du site de chasse « Barrage de Gréoux »

LIFE04NAT/FR/000080

Conservation de 3 Chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France

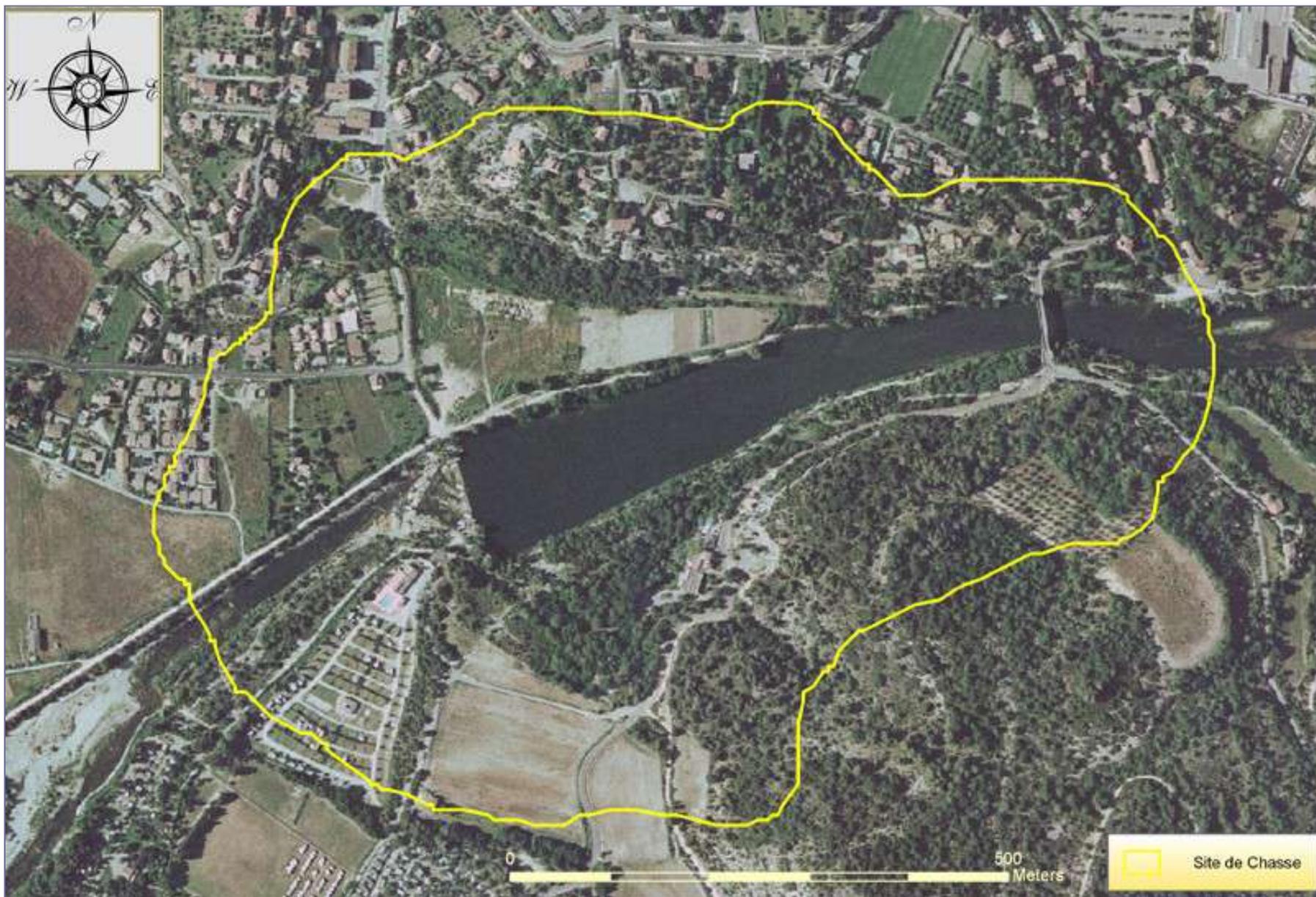


Figure 15: Vue aérienne du site de chasse « Barrage de Gréoux »

DISCUSSION

CAPTURE ET ÉQUIPEMENT

Les émetteurs utilisés (0,60 g) s'avèrent bien adaptés au suivi des Murins de Capaccini, tant par leur faible masse bien supportée par les animaux, que leur bonne tenue sur la durée de l'étude (15 jours).

Nous soulignons l'avantage de capturer plus du double d'individus que nécessaire afin d'opérer une sélection judicieuse des individus les plus aptes à supporter le poids de l'émetteur.

La réalisation de deux captures au cours d'une session de 15 j nous semble le meilleur compromis pour diluer le nombre d'individus suivis en même temps et déranger au minimum les animaux par nos intrusions. Ce dérangement est réel pendant les quelques heures de la manipulation mais ne semble pas gêner les animaux à long terme.

Aucun animal n'a été récupéré (par re-capture) afin de lui ôter l'émetteur à la fin de la session. En effet, aucun site de capture n'a pu être identifié à cet effet.

SUIVI DES INDIVIDUS ET DONNÉES OBTENUES

Le nombre de positions obtenues par chauve-souris est variable. Il semble que dans les conditions du suivi, un nombre en deçà de 76 positions est insuffisant pour représenter l'ensemble des territoires de chasse d'un individu. Il est donc primordial de collecter un maximum de point sur le terrain afin d'atteindre ce seuil. On préconise en général de récolter 3 fois plus de relevés synchrones que le nombre nécessaire de positions. D'après nos résultats, la collecte de 80 positions est un minimum, ce qui représente 240 relevés synchrones.

Le nombre de nuits de suivi et le temps de suivi ne peuvent être utilisés seuls comme indicateurs du succès de suivi d'un individu car ils dépendent de plusieurs facteurs. En effet, parfois les animaux en chasse s'éloignaient des équipes et n'étaient pas retrouvés durant plusieurs nuits consécutives, d'autres fois les équipes opéraient elles-mêmes un choix sur le suivi ou non d'un individu chassant dans leur rayon d'action, en fonction du nombre de données déjà récoltées, et donnaient la priorité sur un individu moins étudié.

Cependant, ce nombre de nuits associé au temps de suivi cumulé donne une bonne indication des difficultés à suivre certains individus. En effet, si quelques individus ont pu être suivis de façon très régulière, il en demeure pour lesquels de nombreux territoires de chasse n'ont pas pu être identifiés. La configuration difficile du terrain et la capacité de déplacement des Murins de Capaccini sont les explications de ces lacunes. La phase de recherche des individus en chasse a été sensiblement diminuée au cours de la session 2006 grâce aux connaissances du terrain et du comportement des animaux acquises en 2005. Nous soulignons donc ici l'intérêt de la réalisation d'une phase non négligeable de repérage en amont d'une telle étude sur une nouvelle espèce.

Le faible nombre de Homing-in et de triangulations traduit également les **difficultés rencontrées sur le terrain**. En effet, la zone d'étude est accidentée (falaises) et permet rarement l'approche des équipes au plus près des animaux. De plus, les méandres des cours d'eau ou le manque local de point haut a rarement permis de placer 3 équipes de manière à trianguler efficacement. Les bi-angulations ont permis de récolter les données nécessaires, cependant elles sont de moins bonne qualité. Il convient de noter que la phase de repérage des points hauts et des positions des équipes a été particulièrement soignée en amont, c'est donc surtout la configuration du terrain qui a entravé le travail des équipes de suivi.

COMPORTEMENTS DE CHASSE

Les gîtes

Les Murins de Capaccini semblent avoir une excellente connaissance de leur environnement, dans un rayon de plus de 25 km de leur gîte de reproduction principal. Ainsi, ils utilisent d'autres cavités situées le long de la Durance en reposoir nocturne ou en gîte secondaire. Un changement de gîte peut s'opérer à la suite d'une session de capture, le dérangement occasionné au gîte est alors mesurable, ou lorsque l'animal a chassé sur une zone très éloignée du gîte principal il peut décider de rester dans un gîte secondaire plus proche. Dans tous les cas, les chauves-souris retournent à la cavité principale (Grotte aux chauves-souris) à court terme. Rappelons que les animaux suivis sont en gestation et ne subissent pas encore la contrainte d'un retour systématique au gîte pour prodiguer les soins au jeune. Il en est peut-être différemment avec les femelles en lactation, il serait intéressant de vérifier ce point sur les femelles suivies en parallèle dans le Gardon (30).

Il semble donc impératif que l'espèce dispose d'un réseau de plusieurs gîtes favorables dans un rayon de 30 km autour du gîte principal. Ces gîtes ne doivent pas être déconnectés entre eux, par de vastes zones de milieux très fermés ou des secteurs urbain (donc éclairés) par exemple.

La chasse

Les Murins de Capaccini utilisent l'ensemble du réseau hydrologique à leur disposition, particulièrement en aval du gîte de reproduction et sur la Durance. Ce réseau dans son ensemble semble primordial pour leurs déplacements, des sites sont ensuite exploités particulièrement pour la chasse.

La capacité de ces chiroptères à parcourir **près de 70 km aller-retour pour chasser** a été une découverte surprenante de cette étude. De plus, parmi les 11 sites de chasse déterminés, certains semblent très attractifs, la moitié des individus (sur l'ensemble des deux sessions) s'y rendant au moins une fois. Les sites les plus attractifs ne sont pas les plus proches du gîte, ce qui traduit une sélection par les individus. Les animaux n'utilisent pas ces sites simultanément, et peuvent parfois y retourner pendant plusieurs nuits, sans règle apparente. Cette sélection ne semble donc pas liée à une habitude individuelle ni à des contraintes météorologiques. On a en effet remarqué que lors de perturbations météorologiques (vent par exemple), une proportion significative des individus se dirigeait vers des sites de chasse abrités (données GCP 2004 sur les Murin à oreilles échancrées de Porquerolles, notamment). Il conviendrait donc d'évaluer la productivité de ces sites, ce qui pourrait expliquer leur attractivité, et de s'intéresser ensuite aux mécanismes de répartition des ressources entre les individus. En effet, les différents individus exploitant ces milieux le font à des périodes différentes, mais aucun signe de compétition intra-spécifique n'a pu être décelé. Il est intéressant de noter toutefois qu'à quelques occasions, la même paire de chauves-souris a été détectée chassant sur le même site, et ce sur des sites différents.

Parce que la variabilité comportementale inter-individuelle est marquée, il n'est pas possible de dégager un rythme d'activité type des individus suivis. Il semble toutefois que **l'utilisation de plusieurs sites de chasse est une constante**. En effet, sur les 4 individus pour lesquels un unique site a été identifié, 3 ont été suivis de façon irrégulière et insuffisante. On peut donc soupçonner d'autres sites existants mais non déterminés par les équipes. De même, certains individus sont réguliers et opèrent une même exploitation de l'espace sur plusieurs nuit consécutives : mêmes territoires de chasse dans le même ordre, à plus ou moins la même période nocturne. D'autres animaux en revanche, modifient leur stratégie d'une nuit à l'autre.

Cette même variabilité s'observe sur les heures de sortie et d'entrée au gîte et sur les pauses nocturnes. En règle générale cependant, **les Murins de Capaccini semblent exploiter au maximum le temps de chasse**. Les sorties interviennent peu après le coucher du soleil et les retours au gîte sont tardifs. Les pauses, quand elles existent sont peu nombreuses (en général une) et courtes (environ 1 heure). Rappelons que l'étude a été réalisée sur les femelles gestantes pour lesquelles l'optimisation du temps de chasse est compréhensible. En effet, la gestation est une période de leur cycle biologique très consommateur en énergie (développement du fœtus, réserves énergétiques en vue de la lactation) et la prise de nourriture doit être conséquente. Il serait intéressant de comparer le rythme d'activité nocturne avec la période de lactation (voir les conclusions de l'étude Gardon), pour laquelle on suppose des pauses plus fréquentes (pour allaiter le petit, notamment).

TERRITOIRES DE CHASSE

Il est nécessaire de rappeler que la présente étude vise à déterminer les sites de chasse et les préférences d'habitats de l'espèce et non pas l'ensemble du domaine vital, pour lequel une étude sur l'ensemble du cycle biologique de l'espèce aurait été nécessaire (reproduction et hibernation). Cependant, le suivi des 10 individus a apporté beaucoup d'informations sur la faculté des Murins de Capaccini à occuper l'espace qui les entoure.

Récolte des données et analyses

Si le nombre de chauves-souris suivies ne peut être considéré comme représentatif des territoires de chasse de l'ensemble de la colonie, les lacunes sont faibles. En effet, les MCP des derniers individus n'augmentent que de 5 % la surface cumulée des MCP. Ce qui signifie que pour chaque individu supplémentaire potentiellement suivi, l'augmentation de l'espace visité par les chauves-souris n'est que de 5 %. **On peut donc estimer que les 10 individus suivis permettent une bonne généralisation de l'utilisation des territoires de chasse par les Murins de Capaccini du Verdon.**

Etant donné les traitements analytiques et statistiques subis par les lots de données, il est indispensable de collecter un nombre suffisant de relevés sur le terrain afin que les territoires identifiés soient représentatifs du domaine vital de l'individu étudié. Nous proposons de viser un lot de 110 positions (moyenne du nombre de positions pour les individus inclus dans l'analyse), ce qui, en tenant compte du pourcentage de relevés invalides, représente environ 330 relevés synchrones sur le terrain.

La méthode Kernel fonctionne selon une loi de densité de points. On comprend donc que deux positions consécutives doivent être indépendantes, sinon le caractère plus ou moins agrégé des distributions des positions peut être biaisé. Le protocole de prise de données n'a pas permis l'application de test standard d'indépendance des données. Cependant d'un point de vue biologique, il n'est pas absurde de considérer ces positions comme indépendantes au regard de la surface des sites de chasse identifiés et de la capacité de déplacement des individus. De plus, le protocole appliqué ne vise pas la détermination du domaine vital des animaux, c'est à dire l'ensemble des secteurs géographiques nécessaires à l'accomplissement d'un cycle biologique complet des Murins de Capaccini, mais la localisation de leurs territoires de chasse. La prise de relevés est donc elle-même biaisée dans le sens où les opérateurs exercent un choix dans le type de données à récolter. La notion d'indépendance des données intervient dans ce cas par rapport à l'utilisation des milieux pour la chasse, et non par rapport à une occupation globale de l'espace. La finalité de l'étude portant sur la sélection d'habitats de chasse, il apparaît néanmoins nécessaire que sur une même session continue de prise de relevés, l'indépendance des positions soit vérifiée, afin que les types d'habitats identifiés comme favorables à l'espèce résultent d'un réel choix de l'animal et non d'un biais d'échantillonnage. Un intervalle de 5 minutes semble être le meilleur compromis. Il serait judicieux d'organiser des groupes de réflexions entre chiroptérologues et autres biologistes afin de proposer un éventail de tests d'indépendance applicables aux problématiques « chauves-souris ».

La construction des domaines vitaux nécessite plusieurs paramètres. Afin d'appliquer ces paramètres à tout un lot de données, il est nécessaire de vérifier l'homogénéité de ces données. Nous avons choisi d'effectuer ce test sur la précision des positions obtenues. Les positions obtenues en 2005 sont plus précises que celles obtenues en 2006. Ce résultat est assez surprenant puisqu'en considérant le nombre de données collectées et les impressions de terrain, la session de 2006 a été plus réussie. On peut expliquer cette différence de qualité par deux facteurs :

❖ **La moindre utilisation des antennes « Null Peak » en 2006.** Ces antennes étant longues à monter et très difficiles à déplacer, seul un poste fonctionnait régulièrement avec elles. En 2005, elles étaient utilisées plus régulièrement. Ces antennes étant plus précises, elles interviennent dans la qualité des estimations des positions.

❖ **La différence de stratégie de récolte de données.** En effet, lors de la session 2005, les nuits étaient occupées par de longues périodes de recherche des animaux, et lorsqu'ils étaient localisés, la priorité était attribuée à la récolte de données, tâche relativement aisée car les sites de chasse étaient accessibles. En 2006, les connaissances acquises au cours de la première session ont permis une recherche plus efficace et les animaux ont pu être identifiés sur des sites moins accessibles. La récolte était alors disséminée sur une plus grande surface, dont de nouveaux territoires prioritaires. Par exemple, les territoires situés sur le Lac d'Esparron n'ont été identifiés qu'en 2006. Or, très peu de positions sont accessibles aux équipes pour encadrer ce lac. La majorité

d'entre elles, éloignées ou encombrées, ont certainement contribué à diminuer la qualité des données. Ainsi, la différence entre ces deux stratégies a pu influencer la qualité des positions.

Utilisation de l'habitat

La **dimension des territoires de chasse** et le nombre de noyaux d'activité de chasse sont très variables d'un individu à l'autre. Les déplacements des Murins de Capaccini sont très peu documentés et les données issues de cette étude permettent les premières évaluations du rayon d'activité nocturne de cette espèce. Le terme de « rayon » est d'ailleurs peu approprié puisque les animaux suivent les cours d'eau pour le transit et la chasse, et ne s'éloignent pas de manière concentrique à partir du gîte de reproduction. C'est donc une distance linéaire que l'on a pu évaluer. La valeur maximale déterminée à 34 km est particulièrement surprenante pour une chauve-souris de cette taille, pour laquelle un déplacement à 15 km du gîte était considéré comme un maximum lors de nos repérages !

L'occupation de l'espace par les Murins de Capaccini est de forme multi-nodale, c'est à dire qu'elle se compose de petits centres d'activité répartis sur une grande surface. Cette distribution pose beaucoup de difficultés pour les analyses SIG⁶, soit en englobant de grandes proportions d'habitats non visités par les chauves-souris dans les MCP (et donc en biaisant les tests de préférence), soit en donnant des formes atypiques aux Kernels (ce qui affecte leur surface, et donc les tests de préférence). Il est nécessaire de tenir compte de cette distribution particulière lors des études sur le domaine vital, notamment parce que certaines méthodes (autres que Kernel) reposent sur l'hypothèse d'une utilisation de l'espace en rayons concentriques autour d'un point central (qui est souvent le gîte), ce qui n'est clairement pas le cas du Murin de Capaccini dans le Verdon, et ce qui est rarement le cas des chauves-souris en général. Là encore il convient de mettre au point un protocole normalisé d'étude des territoires de chasse facilement applicable à différentes espèces.

Les Murins de Capaccini étudiés sélectionnent les milieux aquatiques pour la chasse. Cette observation renforce les conclusions des études antérieures menées sur l'espèce (synthèse Cosson & Médard, 1999). Les individus recherchent spécifiquement les zones d'eau calme pour la chasse, sans que des préférences sur la profondeur aient pu être mises en évidence. Les eaux courantes sont négligées, voire évitées lors de la chasse intensive. Il convient toutefois de considérer avec prudence cette conclusion étant donnée la très faible présence des cours d'eau lotiques sur la zone d'étude. L'étude a permis de mettre en évidence une **préférence pour les lacs, les plats et les mouilles des rivières**. Ces trois milieux partagent la caractéristique d'une vitesse de courant quasiment nulle. L'hypothèse avancée par Rydell *et al.*, 1999 et Siemers *et al.*, 2001, pourrait expliquer l'évitement des eaux dont la surface est turbulente : les rides et vaguelettes à la surface de l'eau émettent des ultrasons qui interfèrent avec la détection des proies par la chauve-souris.

Les milieux non aquatiques très ouverts ou très fermés de la zone d'étude semblent contre-sélectionnés par les animaux. Il est cependant difficile de conclure sur l'évitement de certains milieux. En effet, l'analyse est conduite sur des surfaces finies (MCP, Kernel) et de ce fait, la sélection de certains types d'habitats, traduite par une sur-représentation de ces habitats dans les territoires de chasse, peut donner l'illusion que d'autres habitats sont sous-représentés, parce que la somme des proportions de tous les types d'habitats disponibles est égale à 1. Il est nécessaire dans ce cas d'appliquer une méthode statistique qui considère chaque proportion d'habitat indépendamment des autres.

En plus des caractéristiques intrinsèques des milieux aquatiques, **la sélection des territoires de chasse doit être fortement liée à leur productivité en insectes**. Une étude du régime alimentaire des individus de St Eucher a été menée en parallèle du suivi par télémétrie par Alain Lugon (2006). Le site de St Eucher est utilisé régulièrement par les Murins de Capaccini comme reposoir nocturne, et la reproduction y a été prouvée en 2005. La récolte du guano nécessaire à l'étude du régime alimentaire n'ayant pas pu s'effectuer dans la Grotte aux chauves-souris d'Esparron, c'est sur le site de St Eucher que la collecte a été réalisée. Il est quasiment assuré que les individus de St Eucher proviennent de la colonie de mise bas d'Esparron (éloignée de 25 km), aucun autre gîte de reproduction n'étant connu alentour. De plus, le suivi a permis d'identifier assurément à St Eucher des individus préalablement marqués à la Grotte aux chauves-souris d'Esparron. Nous considérons donc que le régime alimentaire des individus de St Eucher est généralisable à ceux de la colonie de mise bas. Il apparaît que plus de la moitié du régime alimentaire est composée de Chironomes, essentiellement des mâles, connus pour former de volumineux essaims au-dessus des eaux calmes. La capture d'insectes émergents n'a pas pu être mise en évidence. Les Trichoptères représentent un quart du régime alimentaire. Les taxons d'insectes consommés sont clairement liés à l'eau et confortent les conclusions tirées du suivi. Il n'est cependant pas possible à l'heure actuelle de conclure sur les modalités d'utilisation de l'habitat par les Murins de Capaccini, et de savoir si une

⁶ Système d'Information Géographique (ou Géoréférencée)

sélection des territoires de chasse s'opère sur leur disponibilité en proies. En effet, il est nécessaire pour cela de connaître la disponibilité en insectes des différents sites déterminés. Une étude devrait être menée dans ce but.

Certains **milieux non aquatiques apparaissent sélectionnés par les chauves-souris** : les milieux herbacés des bords de cours d'eau et les prairies humides. Il n'est pas possible par cette étude de conclure quant à l'utilisation de ces milieux. En effet, ils peuvent être effectivement exploités pour la chasse par les Murins de Capaccini ou alors, parce qu'ils sont très liés géographiquement aux milieux aquatiques sélectionnés, être entraînés dans la sélection à cause d'un niveau de discrimination insuffisant de la méthode utilisée. Les impressions de terrain laissent néanmoins supposer que la végétation riveraine est également exploitée. Là encore, une étude de la disponibilité en proie serait très utile.

La description des trois sites les plus attractifs traduit la diversité des milieux exploités par l'espèce. On retrouve la faculté, déjà évoquée dans les études antérieures, de l'espèce à chasser sur des milieux parfois encerclés d'une ripisylve abondante, et parfois dénués de végétation riveraine.

Les milieux urbains semblent favorisés par les Murins de Capaccini. Cette conclusion n'est pas conforme aux études précédentes sur l'habitat du Murin de Capaccini et ne traduit pas les impressions ressenties sur le terrain. On peut par contre remarquer que tous les sites de chasse identifiés sont situés sur des zones à large surface d'eau libre : les lacs (Esparron, Ste Croix), les barrages (Mirabeau, Vinon, Gréoux, Cadarache), les étangs (Cadarache). Il semble donc que les Murins de Capaccini recherchent des zones aquatiques offrant de grandes surfaces, lesquelles sont souvent artificielles sur la zone d'étude. Si les milieux anthropiques semblent privilégiés, c'est sans doute parce que les chauves-souris recherchent les surfaces d'eau libre et calmes créées par les barrages, souvent situés aux abords des villages. Les surfaces d'eau libre non anthropiques de la zone d'étude, les lacs d'Esparron et de Ste Croix, semblent moins attractives. La différence d'utilisation doit probablement être expliquée par une différence de disponibilité en proies. Toutefois, si le lac d'Esparron n'est pas le site le plus attractif pour les individus suivis, il n'en demeure pas moins un territoire de chasse très exploité par l'espèce, si l'on en juge par nos nombreuses observations nocturnes de Murins de Capaccini chassant au milieu du lac.

Cette étude montre donc la nécessité pour une colonie de Murins de Capaccini de disposer :

- ❖ d'un vaste territoire (plus de 1000 ha)
- ❖ d'un réseau hydrique bien développé sur ce territoire
- ❖ de cours d'eau présentant des surfaces d'eau libre et calme importantes (lacs, plats, étangs)
- ❖ de nombreux sites de chasse favorables car les Murins de Capaccini utilisent plusieurs territoires, et ils doivent être connectés entre eux (i.e. accessible en suivant les vallées, peu éloignés les uns des autres).
- ❖ de milieux productifs en insectes liés aux milieux aquatiques : Chironomes et Trichoptères notamment.

CONCLUSION

Le Murin de Capaccini est une espèce typiquement méditerranéenne menacée à l'échelle européenne. Afin de comprendre ce déclin, et d'entreprendre des actions de conservation de cette espèce – entre autres-, un programme LIFE intitulé « Conservation de trois chiroptères cavernicoles dans le sud de la France » a été entrepris. Dans le cadre de ce programme, la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur a réalisé l'étude des territoires de chasse d'une colonie de Murins de Capaccini en période de gestation, dans les gorges du Verdon.

Dix femelles gestantes ont été suivies pendant deux saisons (2005 et 2006) et ont permis de dresser un inventaire non exhaustif des sites de chasse utilisés sur les vallées du Verdon et de la Durance.

Etant données les surprenantes capacités de déplacement du Murin de Capaccini et la configuration difficile du terrain, le suivi a souvent été laborieux. La seconde session a cependant été plus facile. Une session de repérages est donc préconisée en amont d'une telle étude.

Malgré l'existence d'une variabilité inter-individuelle, certaines pratiques dans l'occupation de l'espace peuvent être généralisées :

- ❖ Les Murins de Capaccini ont besoin d'un réseau de nombreux gîtes favorables. En plus du gîte de reproduction principal, des cavités calmes et adaptées doivent être accessibles à l'espèce dans un rayon de 30 km. Ces gîtes secondaires sont utilisés en repaires nocturnes ou en gîtes de transit.
- ❖ Le temps de chasse est optimisé en période de gestation : les individus chassent du lever au coucher du soleil et les pauses sont peu fréquentes (et courtes)
- ❖ Les femelles suivies peuvent parcourir 70 km aller/retour pour se rendre sur leur territoire de chasse. Le transit s'effectue presque exclusivement en suivant les vallées.
- ❖ Les Murins de Capaccini utilisent un réseau hydrique bien développé sur environ 1000 ha, présentant de vastes surfaces d'eau libre (lacs, portions plates de rivière).
- ❖ Plusieurs territoires de chasse différents sont utilisés par un même individu. Des sites favorables doivent être nombreux, accessibles et connectés entre eux (corridors biologiques).
- ❖ Certains territoires montrent une forte attractivité, probablement due à de fortes concentrations locales d'insectes (Chironomes, Trichoptères)

Ces observations représentent les premières informations sur les territoires de chasse du Murin de Capaccini d'après un suivi télémétrique. Des études sur la productivité en insectes des territoires identifiés permettraient d'affiner l'analyse de l'utilisation de l'habitat par les chauves-souris.

L'ensemble des Murins de Capaccini suivis en chasse occupe un territoire important compris entre les communes de Jouques (13), Manosque (04) et Saint-Laurent du Verdon (04). **Ce territoire s'étend sur 4 départements (04, 13, 83 et 84) et concerne directement 4 sites N2000** : les Basses Gorges du Verdon (Fr9301615), Valensole (Fr9302007), La Durance, de Sisteron à Cadarache (Fr9301543) et la Montagne Ste Victoire (Fr9301605). Une cartographie illustrant cette situation est présentée en annexe.

Afin de mettre en œuvre des actions de conservation concrètes sur l'espèce, un cahier technique sera prochainement élaboré, regroupant des recommandations basées sur les résultats de cette étude.

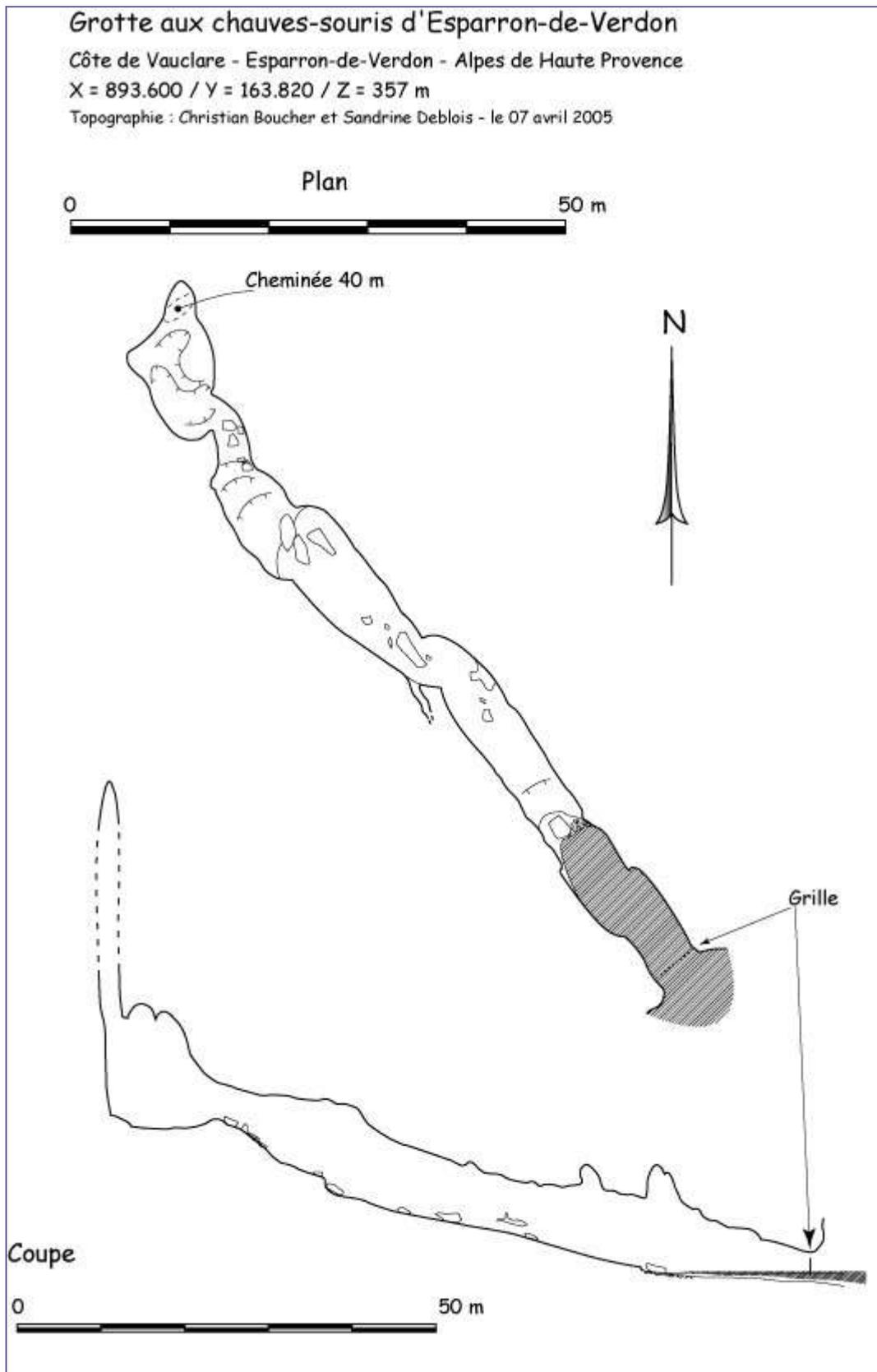
BIBLIOGRAPHIE

- Aihartza, J. R., Goiti, U., Almenar, D., Garin, I. (2003). Evidence of piscivory by *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) in Southern Iberian Peninsula. Acta Chiropterologica **5**, 193–198.
- Aldridge H. D. J. N. & Brigham, R. M. (1988). Load carrying and manoeuvrability in an insectivorous bat: A test of the 5 % "rule" of radiotelemetry. J. Mamm. **69**(2): 379-382.
- Arthur, L. and M. Lemaire (1999). Les chauves-souris, maîtresses de la nuit. Lausanne (Switzerland) - Paris, Delachaux et Niestlé.
- Barataud, M., F. Grandemange, et al. (2005). Etude d'une colonie de mise-bas de *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817): 33.
- Bontadina, F., H. W. Schofield, et al. (2002). "Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland." Journal of Zoology of London **258**: 281-290.
- Cosson, E. (2004). Etude phylogéographique d'une espèce vulnérable, le Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii* Bonaparte 1837) et stratégies de conservation des populations résiduelles. Sciences de la Vie et de la Terre. Marseille, Aix-Marseille I: 237.
- Cosson, E. and P. Médard (1999). "Murin de Capaccini - *Myotis capaccinii* (Bonaparte 1837). In : Habitats et activité nocturne des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances en vue d'une gestion conservatrice. S.Y. ROUE & M. BARATAUD (coord.)." Le Rhinolophe Spéc. **2**: 47-51.
- Dubos, T. (2004). Les habitats de chasse du Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) en Corse. Corte, Université de Corse: 50 pp.
- Harris, S., W. J. Cresswell, et al. (1990). "Home-range analysis using radio-tracking data- A review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals." Mammal Review **20**(2/3): 97-123.
- Kalko, E. (1990). "Field study on the echolocation and hunting behavior of the Long-fingered bat, *Myotis capaccinii*." Bat Research News **31**(3): 42-43.
- Levadoux, D. (2003). Cartographie et description des habitats de chasse du Petit rhinolophe en Corse, *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) déterminés par radiotracking. Corte, Université de Corse: 39 pp.
- Levin, E., A. Barnea, et al. (2006). "Have introduced fish initiated piscivory among the long-fingered bat ?" Mammalian Biology **71**(3): 139-143.
- Lugon, Alain (2006). Analyse du régime alimentaire de *Myotis capaccinii* – site Fr9301615 Basses Gorges du Verdon (04). Rapport SFEPM (non publié) Programme LIFE 04NAT/FR/000080. L'Azuré, études en écologie appliquée, CH-Cernier, 8p. + annexes.
- Odum, E.P. & Kuenzler, E.J. (1955). Measurement of territory and home range in birds. Auk : **72** (2), 128-137.
- Quekenborn, D. (2002). Micro-habitat selection in lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) revealed by radio-tracking. Tours, Université François Rabelais: 27.
- Rydell, J., A. Miller, et al. (1999). "Echolocation constraints of Daubenton's bat foraging over water." Functional ecology **13**: 247-255.
- Siemers, B. M., P. Stitz, et al. (2001). "The acoustic advantage of hunting at low heights above water: behavioural experiments on the European "trawling" bats *Myotis capaccinii*, *M. dasycneme* and *M. daubentonii*." Journal of Experimental Biology **204**: 3843-3854.
- Worton, B. J. (1989). "Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies." Ecology **70**(1): 164-168.

ANNEXES

- ❖ Topographie de la Grotte aux chauves-souris (Christian Boucher et Sandrine Deblois)
- ❖ Photographies du matériel de télémétrie utilisé (Fanny Albalat, Jean Michel Bompar, Delphine Quekenborn)
- ❖ Tableaux de valeur des tests de Bonferroni
- ❖ Tableaux de valeurs des proportions des habitats dans les surfaces MCP, K95 et K50
- ❖ Cartographie des positions obtenues pour les chauves-souris suivies et des sites N2000 de la zone d'étude

GROTTE AUX CHAUVES-SOURIS D'ESPARRON DE VERDON



MATÉRIEL DE TÉLÉMÉTRIE UTILISÉ EN SITUATION



Poste mobile : antenne et mât télescopique



Antenne Null Peak et détails de la rosace (prise d'azimut) et du matériel nécessaire à ce poste



Femelle Murin de Capaccini équipée d'un émetteur. L'antenne mesure 14 cm

TESTS DE BONFERRONI

Comparaison des structures des habitats entre MCP et K95

Bonferroni simultaneous confidence intervals

Resource	Proportion			df	Prob
	Lower	Upper	Available		
A1	0.0000	0.0110	0.0089		
a1	0.0000	0.0019	0.0013		
a2	0.0558	0.1051	0.0604		
A2	0.0107	0.0389	0.0400	Avoid	
A3	0.2473	0.3293	0.4560	Avoid	11 (P < 0.0001)
a3	0.0085	0.0350	0.0114		
E1	0.1694	0.2427	0.0581	Prefer	11 (P < 0.0001)
E2	0.0908	0.1497	0.0622	Prefer	11 (P < 0.0001)
h1	0.1087	0.1716	0.2337	Avoid	11 (P < 0.0001)
h2	0.0000	0.0138	0.0039		
h3	0.0000	0.0016	0.0007		
U	0.0785	0.1344	0.0632	Prefer	11 (P < 0.05)

Comparaison des structures des habitats entre MCP et K50

Bonferroni simultaneous confidence intervals

Resource	Proportion			df	Prob
	Lower	Upper	Available		
A1	0.0000	0.0143	0.0089		
a1	0.0000	0.0000	0.0013	Avoid	
a2	0.0221	0.0576	0.0604	Avoid	
A2	0.0122	0.0416	0.0400		
A3	0.1423	0.2115	0.4560	Avoid	11 (P < 0.0001)
a3	0.0000	0.0123	0.0114		
E1	0.2597	0.3429	0.0581	Prefer	11 (P < 0.0001)
E2	0.1445	0.2140	0.0622	Prefer	11 (P < 0.0001)
h1	0.1436	0.2130	0.2337	Avoid	
h2	0.0009	0.0188	0.0039		
h3	0.0000	0.0000	0.0007	Avoid	
U	0.0513	0.0992	0.0632		

Comparaison des milieux entre MCP et K95

Bonferroni simultaneous confidence intervals

Resource	Proportion			df	Prob
	Lower	Upper	Available		
1	0.0000	0.0065	0.0022		
2	0.0000	0.0018	0.0002		
3	0.0000	0.0018	0.0007		
4	0.0221	0.0640	0.1859	Avoid	32 (P < 0.0001)
5	0.0002	0.0216	0.0035		
6	0.0000	0.0041	0.0005		
7	0.0352	0.0841	0.0339	Prefer	
8	0.0387	0.0893	0.1039	Avoid	
9	0.0589	0.1174	0.2355	Avoid	32 (P < 0.0001)
10	0.0162	0.0543	0.0344		
11	0.0850	0.1517	0.1038		
12	0.0122	0.0474	0.0203		
13	0.0318	0.0791	0.0430		
14	0.0000	0.0032	0.0005		
15	0.0751	0.1389	0.0643	Prefer	
16	0.0000	0.0029	0.0047	Avoid	
17	0.0022	0.0269	0.0107		
18	0.0688	0.1307	0.0568	Prefer	
19	0.0256	0.0696	0.0273		
20	0.0000	0.0168	0.0045		
21	0.0000	0.0128	0.0005		
22	0.0335	0.0816	0.0100	Prefer	32 (P < 0.0001)
23	0.0000	0.0154	0.0015		
24	0.0000	0.0000	0.0000		
25	0.0000	0.0000	0.0000		
26	0.0000	0.0093	0.0058		
27	0.0018	0.0261	0.0002	Prefer	32 (P < 0.0001)
28	0.0000	0.0042	0.0000		
29	0.0000	0.0000	0.0006	Avoid	
30	0.0000	0.0000	0.0000		
31	0.0000	0.0131	0.0283	Avoid	
32	0.0050	0.0333	0.0066		
33	0.0704	0.1328	0.0096	Prefer	32 (P < 0.0001)

Correspondance des milieux (cf. Typologie pour les descriptions)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
E2d	E2f	h3a	h1a	E1c	E2e	E1a	A3f	A3e	A3a	A3b	a2a	a2b	U	U	h1d
Elen	Elot	Vter	Vter	Elen	Elen	Elen	Vter	Vter	Vriv	Vriv	Vriv	Vter	Autr	Autr	Vter

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
A2b	E2b	h1c	E2a	U	h1b	h2a	U	A3d	A1a	E2c	A2a	a1a	U	A2c	a3a	E1b
Vter	Elen	Vriv	Elot	Autr	Vriv	Vriv	Autr	Vter	Vter	Elen	Vter	Vter	Autr	Vter	Vter	Elen

Comparaison des milieux entre MCP et K50

Bonferroni simultaneous confidence intervals

Resource	Proportion			df	Prob
	Lower	Upper	Available		
1	0.0000	0.0040	0.0022		
2	0.0000	0.0000	0.0002	Avoid	
3	0.0000	0.0000	0.0007	Avoid	
4	0.0169	0.0540	0.1859	Avoid	32 (P < 0.0001)
5	0.0015	0.0241	0.0035		
6	0.0000	0.0090	0.0005		
7	0.0000	0.0000	0.0339	Avoid	
8	0.0041	0.0302	0.1039	Avoid	32 (P < 0.0001)
9	0.0443	0.0955	0.2355	Avoid	32 (P < 0.0001)
10	0.0070	0.0361	0.0344		
11	0.0430	0.0936	0.1038	Avoid	
12	0.0135	0.0482	0.0203		
13	0.0000	0.0185	0.0430	Avoid	
14	0.0000	0.0000	0.0005	Avoid	
15	0.0428	0.0933	0.0643		
16	0.0000	0.0088	0.0047		
17	0.0038	0.0295	0.0107		
18	0.1066	0.1766	0.0568	Prefer	32 (P < 0.0001)
19	0.0347	0.0817	0.0273	Prefer	
20	0.0002	0.0205	0.0045		
21	0.0000	0.0157	0.0005		32 (P < 0.0001)
22	0.0540	0.1089	0.0100	Prefer	32 (P < 0.0001)
23	0.0000	0.0197	0.0015		
24	0.0000	0.0000	0.0000		
25	0.0000	0.0000	0.0000		
26	0.0000	0.0151	0.0058		
27	0.0080	0.0382	0.0002	Prefer	32 (P < 0.0001)
28	0.0000	0.0072	0.0000		
29	0.0000	0.0000	0.0006	Avoid	
30	0.0000	0.0000	0.0000		
31	0.0000	0.0168	0.0283	Avoid	
32	0.0000	0.0130	0.0066		
33	0.2431	0.3339	0.0096	Prefer	32 (P < 0.0001)

PROPORTIONS DES HABITATS DANS LES SURFACES MCP, K95 ET K50

Clas.	MCP 081	MC P323	MCP 444	MCP 257	MCP 301	MCP 359	MCP 440	MCP 500	MCP 680	MCP 790	K95 081	K50 081	K95 323	K50 323	K95 444	K50 444	K95 257	K50 257	K95 301	K50 301	K95 359	K50 359	K95 440	K50 440	K95 500	K50 500	K95 680	K50 680	K95 790	K50 790
h1a	12,87	28,68	25,12	4,43	17,00	18,79	10,53	34,36	2,67	22,75	5,56	0,00	4,95	0,54	0,37	0,00	0,33	0,00	25,11	34,74	1,48	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,13
h1b	5,53	5,23	4,21	6,65	0,92	0,00	0,01	0,77	2,15	0,49	11,90	28,97	10,17	37,28	17,88	10,37	7,01	4,66	1,83	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	0,00	2,69	0,00	0,17	0,00
h1c	1,83	0,10	0,62	7,01	0,21	0,08	0,00	1,38	14,39	0,41	0,68	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	10,35	26,72	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	14,20	0,00	17,84	31,51	0,04	0,00
h1d	0,66	0,05	0,22	0,00	0,57	1,42	0,52	0,57	0,00	0,49	0,49	3,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
h2a	1,10	0,46	0,68	1,22	0,09	0,00	0,00	0,06	0,18	0,09	1,15	0,00	3,02	9,37	1,55	0,00	0,15	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,23	0,00	0,21	0,03
h3a	0,31	0,00	0,04	0,00	0,12	0,00	0,09	0,00	0,00	0,15	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
a1a	0,00	0,06	0,00	0,00	0,24	0,39	0,15	0,27	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00
a2a	4,21	2,52	2,00	5,79	0,92	0,00	0,09	0,80	2,38	0,62	8,53	7,40	0,54	0,00	5,10	9,30	4,42	5,73	3,27	4,30	0,00	0,00	0,46	0,00	2,56	0,00	2,98	4,14	0,24	0,00
a2b	0,24	1,56	2,85	0,06	5,74	4,71	8,23	7,99	0,29	9,35	0,00	0,00	4,70	0,00	0,89	0,00	0,10	0,00	6,34	1,43	19,29	3,22	9,87	0,89	3,74	3,46	0,33	0,00	7,04	0,00
a3a	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,25	4,03	0,00	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,79	0,00	6,28	4,62	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	0,95
A1a	0,00	0,22	0,11	0,00	0,33	5,31	0,20	1,07	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00	1,31	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	4,74
A2a	0,00	0,42	0,25	0,00	0,22	0,00	0,00	0,79	0,00	0,22	0,00	0,00	0,91	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28	0,89
A2b	2,91	2,88	2,61	0,00	1,20	0,00	0,11	0,30	0,00	0,21	12,20	16,64	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2c	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,02	0,00	0,46	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,17	7,91	0,00	0,00	2,73	0,00
A3a	10,98	3,33	3,98	8,90	1,52	0,00	0,36	1,74	0,00	1,96	10,58	6,45	2,94	0,00	3,57	2,10	6,14	0,00	5,27	11,59	0,00	0,00	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,38
A3b	13,40	4,29	5,05	32,40	2,24	0,00	0,00	6,81	32,15	2,60	17,25	14,56	2,65	8,75	6,68	0,00	28,16	15,81	10,35	22,34	0,00	0,00	0,00	0,00	15,74	0,00	30,50	6,85	0,24	0,00
A3d	0,00	0,35	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A3e	2,73	7,93	6,35	2,79	43,17	29,17	54,21	23,51	14,46	40,22	0,00	0,00	0,66	1,27	0,00	0,00	4,44	7,01	2,88	1,36	27,09	3,25	13,92	6,97	10,81	27,00	9,88	6,97	13,42	16,05
A3f	15,87	20,66	26,91	4,54	10,77	0,00	10,76	2,14	4,67	2,70	0,49	0,00	16,65	1,35	20,04	10,78	7,23	2,08	1,86	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	6,14	0,00	5,42	0,08	1,86	2,90
E1a	13,29	4,58	3,60	1,54	3,35	0,00	3,59	0,00	1,84	0,54	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	16,98	0,00	0,00	0,00	20,78	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	3,91	0,00
E1b	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	9,18	3,50	4,30	0,00	4,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,35	0,00	34,26	82,38	36,60	85,35	24,93	61,63	0,00	0,00	35,37	59,14
E1c	0,71	0,34	0,74	0,00	0,28	0,00	0,27	0,01	0,96	0,03	0,00	0,00	1,44	0,00	4,91	12,80	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	1,14	0,00	0,60	0,00
E2a	0,64	0,34	0,46	1,03	0,13	0,00	0,00	0,27	1,27	0,16	0,76	0,15	0,77	6,65	1,27	0,03	0,98	3,00	0,17	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	1,59	0,00	0,44	0,47
E2b	7,25	1,97	2,67	20,03	1,28	0,00	0,00	2,11	17,46	1,42	10,52	22,68	5,15	8,52	13,35	11,27	25,66	34,44	2,17	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00	12,21	0,00	21,78	50,45	3,21	0,00
E2c	0,00	0,53	0,10	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	9,70	10,08	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,76	8,27
E2d	0,34	0,13	0,12	1,19	0,03	0,00	0,00	0,08	0,19	0,04	0,25	0,00	0,06	0,56	0,00	0,00	0,79	0,00	0,11	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
E2e	0,07	0,02	0,04	0,13	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,10	0,00	0,00	0,36	2,76	0,14	0,00	0,09	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,49
E2f	0,04	0,00	0,01	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00

Clas.	MCP 081	MC P323	MCP 444	MCP 257	MCP 301	MCP 359	MCP 440	MCP 500	MCP 680	MCP 790	K95 081	K50 081	K95 323	K50 323	K95 444	K50 444	K95 257	K50 257	K95 301	K50 301	K95 359	K50 359	K95 440	K50 440	K95 500	K50 500	K95 680	K50 680	K95 790	K50 790
Ua	0,12	0,12	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Ub	4,58	12,56	10,22	2,15	6,06	1,49	3,34	10,11	4,95	5,86	6,38	0,00	32,12	4,22	21,84	43,34	2,58	0,10	13,16	9,35	0,98	6,36	5,47	0,10	0,00	0,00	3,10	0,00	15,29	4,59
Uc	0,32	0,52	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	3,20	7,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ud	0,00	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ue	0,00	0,11	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

