



AGENCE



ITER FRANCE

PLAN DE GESTION DE 1200 HECTARES D'ESPACES NATURELS A CADARACHE – ETUDE DES CHIROPTERES

JUIN
2016

- Client / Maître d'Ouvrage : Agence ITER France / Office National des Forêts
- Structure de réalisation : Agence études Méditerranée – Bureau d'études Gard Hérault Lozère
- Partenaire technique : Groupe Chiroptères de Provence



SUIVI DOCUMENTAIRE

Historique de la publication

Version	Date	Commentaires	Auteur du rapport
Finale	17/06/2016		Olivier VINET, Florence GOHON ONF - David SARREY GCP

Contrôle émetteur et validation

Vérification	Approbation
<p>Nom - Prénom : Serge CADET</p> <p>Entité et Fonction : Chef de projet Environnement à l'Agence Etudes 13-84 ONF ; Assistant Technique au Donneur d'Ordre sur le dossier</p> <p>Date : mai 2016</p>	<p>Nom - Prénom : Serge CADET</p> <p>Entité et Fonction : Chef de projet Environnement à l'Agence Etudes 13-84 ONF ; Assistant Technique au Donneur d'Ordre sur le dossier</p> <p>Date : juin 2016</p>
<p>Nom - Prénom : Emmanuel COSSON</p> <p>Entité et Fonction : Directeur du GCP</p> <p>Date : février 2016</p>	<p>Nom - Prénom : Jean-Michel BOTTEREAU</p> <p>Entité et Fonction : Agence ITER France</p> <p>Date : juin 2016</p>

Interlocuteur client

Coordonnées
<p>Nom - Prénom : Jean-Michel BOTTEREAU</p> <p>Entité et Fonction : Agence ITER France</p> <p>Coordonnées : 04 42 25 47 55</p> <p>jean-michel.bottureau@cea.fr</p>

SOMMAIRE

Contexte de l'étude	1
I. Présentation de la zone d'étude	3
I.1. Renseignements généraux relatifs aux 1 200 ha d'espaces naturels concernés par le Plan de gestion.....	3
I.2. Synthèse du milieu naturel et documents de gestion	4
II. Matériels et méthodes.....	6
II.1. Protocoles d'étude des chiroptères	6
II.1.1. Analyse bibliographique	6
II.1.2. Ecoute active sur point d'écoute.....	6
II.1.3. Enregistrement automatique de séquences acoustiques	9
II.1.4. Captures aux filets japonais.....	11
II.2. Application aux études relatives au projet	14
II.2.1. Etude des discontinuités forestières entre le Nord et le Sud des 1 200 ha (lot 1-A/1)	14
II.2.1.1. Pose de SM2BAT™	14
II.2.1.2. Réalisation de transects	15
II.2.2. Etude des fonctionnalités des corridors dans la matrice forestière et de l'attractivité des territoires de chasse à l'échelle des 1 200 ha (lots 1-A/2 et 1-B/1).....	17
II.2.2.1. Points d'écoute en habitats de chasse (matrice forestière).....	17
II.2.2.2. Points d'écoute sur corridors	18
II.2.2.3. Traitement des données relatives aux points d'écoute	18
II.2.2.4. Plan d'échantillonnage résultant de ces caractérisations	21
II.2.3. Inventaire et qualification des populations de chauves-souris arboricoles par captures (lot 1-B/2)	21
II.2.4. Structure des habitats des chiroptères (lot 1-C)	26
II.2.5. Contrôle des nichoirs (lot 1-D)	26
III. Résultats des études menées à Cadarache.....	27
III.1. Synthèse des données existantes : études antérieures relatives aux chiroptères et bases de données.....	27
III.2. Analyse des flux de transit Nord-Sud d'après les données SM2BAT™ (lot 1-A/1)	29
III.2.1. Phénologie des contacts enregistrés par les SM2BAT™	29
III.2.2. Flux au niveau de l'allée de cèdres et du point B1.....	30
III.2.3. Phénologie des taxons contactés le long des transects	32
III.2.4. Recherche d'indices de traversée de la RD952 par les chiroptères.....	34
III.2.5. Synthèse et discussion sur l'analyse des flux	35
III.3. Résultats des sessions d'étude acoustique sur points d'écoute (lots 1-A/2 et 1-B/1)	36
III.3.1. Etude de l'influence des paramètres d'écoute sur l'activité observée	37
III.3.2. Structure du milieu et activité des chiroptères	37
III.3.3. Les différences d'activité entre secteurs de la zone	40
III.3.4. Activités et essences en place	42
III.3.5. Comparaison avec la campagne du GCP en 2009	44
III.3.6. Synthèse et discussion	46
III.4. Synthèse des résultats obtenus par la méthode acoustique	48
III.5. Résultats de la session de capture et du radiopistage (lot 1-B/2)	49
III.5.1. Résultats des captures	49

III.5.2. Comparaisons aux données GCP de 2009	51
III.5.3. Recherche de gîtes de reproduction	51
III.6. Informations sur les deux autres lots de l'étude	52
III.6.1. Description dendrologique (lot 1-C)	52
III.6.2. Suivi des gîtes artificiels (lot 1-D)	52
III.7. Compléments d'analyse.....	53
III.7.1. Evaluation des niveaux d'activité d'après un référentiel méditerranéen.....	53
III.7.2. Mise en perspective avec le caractère forestier des espèces.....	54
III.7.3. Apport des données des SM2 hors protocole	56
IV. Synthèse générale et perspectives	58
IV.1. Synthèse générale.....	58
IV.2. Perspectives et actions à poursuivre.....	60
Glossaire	62
Abréviations	63
Références bibliographiques.....	64
Annexes	66

CONTEXTE DE L'ETUDE

En 2006, le Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA) acquiert 182 ha¹ en bordure est de la propriété qu'il possède depuis le début des années soixante. Il s'agit d'une partie de la forêt domaniale de Cadarache acquise en vue de l'implantation des infrastructures du projet ITER. L'aménagement du site a nécessité en 2007 et 2008 le défrichement d'environ 92 ha de forêt. Le reste a été conservé en espaces naturels, dont une partie comme réserve foncière. Sur ces 90 ha restants, 33 ha sont intégrés au plan de gestion présenté ci-après.

Le site naturel de Cadarache présente un intérêt patrimonial notable, confirmé par les différentes études naturalistes réalisées sur le site depuis 2003. Le massif forestier est localisé à la confluence de la Durance et du Verdon et présente une ancienneté et une maturité remarquables pour le milieu méditerranéen français. En particulier, il abrite une forte densité d'Arbres Réservoirs de Biodiversité (ARB), un riche cortège d'insectes saproxyliques, ainsi qu'au moins 15 espèces de chiroptères sur les 30 espèces présentes en région Provence Alpes Côte d'Azur.

Les mesures compensatoires de la destruction d'espèces et d'habitats protégés liée au défrichement, définies par l'arrêté préfectoral du 3 mars 2008, incluent la rédaction d'un Plan de Gestion sur 1 200 ha d'espaces naturels à Cadarache², associé à la réalisation d'inventaires naturalistes sur cette zone. La mise en œuvre de ces mesures compensatoires, sur une durée de 20 ans, incombe à l'Agence ITER France.

Huit des 46 actions prévues par le Plan de Gestion concernant l'enjeu représenté par les chiroptères sur le site. Cinq de ces actions (3-1, 3-2, 3-3, 3-4 et 3-8) font l'objet de la présente étude :

- 3-1 : Identifier les corridors écologiques et les connections entre les populations de chiroptères ;
- 3-2 : Inventorier les populations de chiroptères ;
- 3-3 : Définir la structure des habitats des chiroptères à forte patrimonialité sur les 1200 ha ;
- 3-4 : Suivi des populations par écoute ultrasonore ;
- 3-8 : Expertise et entretien des nichoirs artificiels.

La mise en œuvre de ce lot d'actions, sur la base d'un Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), est confiée au Bureau d'Etudes Méditerranée de l'Office National des Forêts, associé pour ce travail au Groupe Chiroptères de Provence.

Par ailleurs, le périmètre des 1 200 ha concernés par le Plan de Gestion intégrant la totalité de la Réserve Biologique Dirigée de la Castellane, l'Agence interdépartementale ONF des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse a mobilisé des fonds interne à l'ONF pour compléter l'enveloppe prévue dans le cadre des mesures compensatoires. Cette enveloppe complémentaire a permis d'aller plus loin dans l'étude des populations de chiroptères de la réserve, en particulier sur le plan de leur reproduction (pose d'émetteurs, etc.).

¹ Plus précisément, il s'est agi d'un échange avec l'Etat contre 312 ha de forêt en Bourgogne

² Désigné de « Plan de Gestion » dans la suite du document

En lien avec les exigences du CCTP, les objectifs de la présente étude sont donc :

Lot 1-A : Corridors et connexions

- 1) *Evaluer la persistance et l'efficacité des corridors entre les zones nord et sud, principalement en lien avec la présence de la RD 952 et la plateforme défrichée d'ITER.*
- 2) *Evaluer également la fonctionnalité des différents types de corridors dans l'enceinte des 1 200 ha.*

Lot 1-B : Inventaire des populations de chauves-souris

- 1) *Compléter l'inventaire des espèces forestières et lier la fréquentation des chiroptères à la structure des peuplements.*
- 2) *Qualifier le statut biologique des espèces : caractériser le potentiel de reproduction des espèces forestières au sein des milieux boisés des 1 200 ha.*

Lot 1-C : Structuration des habitats des chiroptères

Compléter l'inventaire dendrologique et dendrométrique sur certains secteurs (propriété CEA).

Lot 1-D : Expertise et entretien des nichoirs artificiels.

Faire le bilan de la fréquentation dans les nichoirs à chiroptères.

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Renseignements généraux relatifs aux 1 200 ha d'espaces naturels concernés par le Plan de gestion

Les 1 200 ha du Plan de Gestion couvrent des terrains mitoyens à la plateforme ITER défrichée et se situent sur les départements des Bouches-du-Rhône (commune de Saint-Paul-lez-Durance) et du Var (Vinson-sur-Verdon), à la limite avec le Vaucluse et les Alpes-de-Haute-Provence.



Le Plan de Gestion s'étend sur quatre entités foncières distinctes : la forêt domaniale de Cadarache, la forêt domaniale de Vinon-sur-Verdon (quatre cantons), la propriété CEA et les espaces naturels du site ITER. Les périmètres des entités foncières incluses dans le Plan de Gestion sont représentés sur la carte 1.

423 ha de la FD Cadarache constituent également depuis récemment la Réserve Biologique Dirigée de la Castellane.

Tableau 1 : Entités constituant les 1 200 ha d'espaces naturels (d'après Plan de Gestion)

Dénomination	Département	Surface totale de l'entité	Surface forestière (% de la surf tot)	Surface soumise au Plan de Gestion (% de la surf tot)	Surface en RB (% de la surf tot)
Forêt Domaniale de Cadarache	13	807 ha	807 ha (100 %)	807 ha (100 %)	423 ha (52 %)
Forêt Domaniale de Vinon-sur-Verdon	83	367 ha	367 ha (100 %)	238 ha (65 %)	0 ha (0 %)
CEA	13	1 684 ha	1 312 ha (78 %)	121 ha (7 %)	0 ha (0 %)
Site ITER	13	182 ha	92 ha (51 %)	33 ha (18 %)	0 ha (0 %)

I.2. Synthèse du milieu naturel et documents de gestion

Le site de Cadarache est dans le domaine biogéographique méditerranéen. Cette aire présente une mosaïque de milieux naturels qui s'explique en partie par l'historique particulier du site (passé pastoral partiellement maintenu et réserve de chasse). Le nord de la zone, sous l'influence du Verdon, présente des peuplements très matures de chêne pubescent et chêne vert ainsi qu'une ripisylve en bon état de conservation. Les milieux ouverts y sont également bien représentés, maintenus par une population de mouflons de Corse introduite sur le site en 1933. La qualité de ces milieux a motivé en 2008 le projet de création de la RBD de la Castellane. Les faciès du sud de la FD Cadarache ainsi que de la FD Vinon-sur-Verdon sont issus de reboisements consécutifs à l'abandon d'une ancienne activité pastorale. Les peuplements y sont plus jeunes et plus récents, avec une forte prédominance du taillis de chênes et des milieux semi-ouverts de type garrigue ou matorral de chêne. Le relief y est également plus marqué qu'au nord de la RD 952. En dehors de la chênaie (pubescente, verte et mixte), on trouve sur le site des peuplements spontanés de résineux, pin d'Alep ou pin sylvestre. Ces pineraies sont fréquemment associées à de la chênaie en sous-étage. Outre ces résineux spontanés, quelques plantations d'essences résineuses allochtones ont été expérimentées historiquement par l'ONF sur le site.

La cartographie des habitats naturels des 1 200 ha du Plan de Gestion a été établie en 2013 (Julien Baret, BIODIV'). Etant soumises au régime forestier, les forêts domaniales de Cadarache et de Vinon-sur-Verdon gérées par l'ONF font l'objet de plans d'aménagement forestier, renseignant notamment sur les peuplements en place. Parallèlement, un plan de gestion spécifique existe pour les terrains faisant partie de la RBD de la Castellane (2013 - 2022). Un document de gestion forestière a également été rédigé pour les parcelles du CEA.

Tableau 2 : Propriétés constituant les 1 200 ha d'espaces naturels et gestion forestière (d'après Plan de gestion)








Dénomination	Propriétaire	Surface soumise au Plan de Gestion de 1 200 ha	Document de gestion forestière	Gestionnaire
Forêt Domaniale de Cadarache	Etat Français	807 ha	Aménagement Forestier 2008 - 2022	DT ONF Méditerranée Agence interdépartementale Bouches-du-Rhône - Vaucluse
Forêt Domaniale de Vinon-sur-Verdon	Etat Français	238 ha	Aménagement Forestier 2010 - 2029	DT ONF Méditerranée Agence interdépartementale Var – Alpes Maritimes
CEA	CEA	121 ha	Schéma Directeur de Gestion 2009 - 2018	CEA
Site ITER	CEA	33 ha	Plan de Gestion de 1 200 ha	CEA

Il est recommandé de se reporter à ces documents pour une description plus fine du milieu.

Carte n°1

Office National des Forêts
SCAN25 © © IGN 2012

Périmètre du Plan de Gestion et entités foncières
Plan de Gestion de 1 200 ha d'espaces naturels à Cadarache

-  Périmètre du Plan de Gestion (1 200 ha)
-  Site ITER
-  Propriété CEA
-  Forêt Domaniale de Vinon-sur-Verdon
-  Forêt Domaniale de Cadarache
-  Réserve Biologique de la Castellane
-  Limites départementales 13-83-84



0 250 500 1 000
Mètres
1:30 000

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Protocoles d'étude des chiroptères

II.1.1. Analyse bibliographique

L'analyse bibliographique fait état des données existantes au travers des inventaires et études précédemment menés sur le site ou à proximité. Elle inclut la consultation des bases de données d'observations accessibles.

Elle donne également des éléments de comparaison pour l'évolution temporelle des populations sur le site. Dans le cas particulier de Cadarache, cette possibilité se trouve limitée par l'absence d'étude relative aux espèces de chiroptères présentes sur le site avant le défrichement. Il n'existe qu'un inventaire des arbres gîtes potentiels pour les chauves-souris, réalisé en 2006.

II.1.2. Ecoute active sur point d'écoute

L'écologie des Chiroptères, mammifères nocturnes et volants, contribue encore aujourd'hui à rendre leur étude délicate. En dehors de la visite de gîtes cavernicoles, miniers ou en bâti, ou encore la capture avec de faibles taux de réussite, l'observation directe d'individus dans le faisceau d'une lampe est en effet ardue et l'identification par cette méthode encore plus hasardeuse. Devant cet état de fait, une méthode d'identification de terrain exploitant l'écholocation (ou « sonar ») des chauves-souris s'est développée à partir des années 1980.

Pour évoluer dans l'obscurité, les microchiroptères européens produisent des émissions sonores par leurs cavités buccale ou nasale. Les échos renvoyés aux oreilles de la chauve-souris par l'environnement lui permettent de localiser avec précision les obstacles et les proies potentielles. Ces ondes émises principalement dans le domaine de l'ultrasonore (dans une gamme de fréquences allant de 8 à 150 kHz) peuvent être captées par des microphones spécialisés et traitées pour rendre ces signaux audibles à l'oreille humaine.

Les signaux sonar employés diffèrent d'une espèce de chauve-souris à l'autre. C'est sur cette base qu'est construite la méthode d'identification acoustique des chiroptères développée entre autres par Michel Barataud. La méthode acoustique présente toutefois des limites à garder à l'esprit. Dans l'état actuel des connaissances et du matériel disponible, certaines espèces sont difficilement discriminables à l'écoute, ce qui oblige à des regroupements d'espèces (cas des Oreillards et des « Sérotules » par exemple). D'autre part, les différentes espèces n'ont pas la même détectabilité suivant certaines caractéristiques de leurs émissions sonores, notamment la portée du signal émis. Chez une même espèce, ces caractéristiques varient également avec le type d'activité de l'individu (comportement de chasse ou de transit par exemple).

Contrairement à l'enregistrement passif de séquences acoustiques par des dispositifs d'enregistrement automatique (cf. §II.1.3), l'écoute active implique un observateur équipé d'un détecteur d'ultrasons manuel. Le modèle de détecteur utilisé est le Pettersson D240X, associant l'hétérodyne et l'expansion de temps. Les séquences acoustiques entendues peuvent éventuellement être enregistrées (séquences de 3,4 secondes) (Marantz PMD620) et analysées *a posteriori* à l'aide du logiciel BatSound 4.1.4 pour certaines déterminations délicates d'espèces. Les points d'écoute ont été réalisés suivant le protocole MCD30 de l'ONF (voir fiche de terrain en annexe I). 30 minutes d'écoute permettent une exhaustivité moyenne de détection de 53% du cortège d'espèces fréquentant le point (Tillon, 2008). L'observateur peut ainsi réaliser 5 ou 6 points d'écoute active de 30 minutes par soirée, ce qui permet la prospection d'un nombre relativement grand de points. Les points d'écoute seront répétés à deux saisons différentes, fin

mai et début septembre. On s'attend à constater des variations d'activité en fonction de l'heure de la nuit à laquelle est réalisé le point d'écoute. On mesure habituellement une activité globale plus intense en début de nuit. Afin de limiter ce biais, le début des écoutes est fixé à une demi-heure après le crépuscule. Ce dernier point n'a pas été strictement respecté et nous testerons dans les analyses si cela a eu de l'influence sur les résultats.

■ Regroupement d'espèces

Comme vu précédemment, l'écoute ne permet pas toujours une détermination jusqu'à l'espèce. Par conséquent, on procède au regroupement d'espèces ayant des émissions sonores similaires pour l'exploitation des résultats. Les groupes d'espèces utilisés sont détaillés dans le tableau 3 ci-après (apparaissent uniquement les espèces effectivement contactées).

Tableau 3 : Groupes d'espèces (en gris : indétermination de l'espèce)

Groupe	Espèce
Hsa	Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)
Myo	Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>) Murin sp. (<i>Myotis sp.</i>)
Pip	Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>) Pipistrelle sp. (<i>Pipistrellus sp.</i>)
Ple	Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>) Oreillard sp. (<i>Plecotus sp.</i>)
SEROTULE	Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>) SEROTULE
Tte	Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)

Notons que ces regroupements ont une réalité acoustique mais ne sont pas nécessairement des regroupements écologiques (quoiqu'un parallèle puisse être établi entre caractéristiques acoustiques et écologie des espèces).

■ Indice d'activité brute, pondérée et standardisée

Les méthodes acoustiques ne permettent pas d'avoir accès à un nombre d'individus, un même individu pouvant être contacté à plusieurs reprises lors d'une même écoute. Les écoutes permettent d'appréhender l'*activité* des chiroptères, qui peut être exprimée par le biais d'indices.

L'**indice d'activité brute** est égal au nombre de contacts par heure. Un contact, tel que défini dans le cadre d'une écoute active au détecteur par Michel Barataud, correspond à « une séquence acoustique bien différenciée, captée en hétérodyne ou en division de fréquence (les deux techniques d'écoute en direct) » (Barataud, 2012). Dans le cas de trains de signaux reçus en continu par exemple d'individus en chasse sur le point d'écoute, on compte un contact par individu par tranche de 5 secondes (durée moyenne d'un contact isolé).

L'**indice d'activité pondérée** correspond au nombre de contacts par heure pondéré par la détectabilité des espèces contactées. En effet les émissions sonores des différentes espèces ou groupes d'espèces possèdent des caractéristiques acoustiques propres, variables suivant le comportement de l'individu, qui influent sur sa probabilité de détection. Les coefficients de détectabilité utilisés pour la pondération des données sont adaptés de Barataud, 2012.

Tableau 4 : Coefficients de détectabilité utilisés pour l'étude

Espèce (ou genre/groupe si indétermination)	Coefficient de détectabilité
Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)	0,83
Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	2,5
Murin sp. (<i>Myotis sp.</i>)	2,5
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	1
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	1
Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	1,2
Pipistrelle sp. (<i>Pipistrellus sp.</i>)	1
Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	5
Oreillard sp. (<i>Plecotus sp.</i>)	5
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	0,31
SEROTULE	0,54
Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)	0,17

L'indice **d'activité standardisée** ou « minutes positives ». Lors de l'écoute, les contacts sont relevés par minutes. Le nombre de minutes positives est le nombre de minutes où une espèce ou un groupe d'espèces a été contacté (de 0 à 30 pour une écoute de 30 minutes). Cet indice n'est pas additif : le nombre total de minutes positives de chiroptères n'est pas égal à la somme des minutes positives de chaque espèce ou groupe d'espèces.

Ces différentes mesures de l'activité donnent des résultats différents. Chacun de ces indices a été calculé pour les espèces déterminées, les groupes d'espèces et l'ensemble des chiroptères. Lors de l'exploitation des indices d'activité brute et indices d'activité pondérée, les données du point E ont été retirées de l'analyse. Ce point d'écoute situé en bordure du bassin de rétention du barrage de Cadarache a fait l'objet de très nombreux contacts de pipistrelles en chasse sur le plan d'eau (3740 contacts/h). Deux raisons principales ont motivé ce retrait : d'une part le poids bien trop important de ce résultat dans les analyses et d'autre part il est impossible de dénombrer au détecteur le nombre exact d'individus présents simultanément au-delà de 5 individus. Ce résultat est donc une approximation du nombre de contacts par heure. La donnée a en revanche été conservée pour l'exploitation des minutes positives.

■ Paramètres contextuels

Lors de l'écoute, un certain nombre de paramètres sont relevés en marge des contacts :

- **Date de l'écoute** : Les émergences de proies (insectes) peuvent être très ponctuelles et localisées, ce qui contribue à l'absence ou la présence de chiroptères à un endroit donné d'une nuit à l'autre.
- **Température** : Outre la disponibilité en insectes, la température influe également sur la propagation des sons et donc la détectabilité des individus.
- **Hygrométrie** : Comme la température, l'humidité de l'air joue sur l'atténuation des sons au cours de leur propagation, en particulier pour les hautes fréquences.
- **Vent** : L'activité des insectes, donc des chiroptères, est plus faible en cas de vent.
- **Météo (pluie)** : Une météo défavorable diminue également l'activité.
- **Détecteur** : Les différents modèles de détecteurs ne présentent pas la même sensibilité ni les mêmes performances.
- **Protocole**

- **Heure de début de l'écoute** : L'activité des chiroptères n'est pas homogène au cours d'une même nuit. On assiste notamment, suivant les espèces, à un pic d'activité plus ou moins marqué au crépuscule.
- **Durée réelle de l'écoute**
- Observateur : Cette variable recouvre aussi bien l'expérience de l'observateur que la qualité de son matériel, détecteur et microphone, etc.
- Encombrement vertical et horizontal : L'encombrement de la végétation, ainsi que le positionnement du microphone, induisent des variations dans la détection (Haquart, 2013). Difficiles à exploiter, ces données ont toutefois été laissées de côté.

■ Exploitation statistique des résultats

On cherche à faire le lien entre indices d'activité et caractéristiques du milieu. Le mode d'obtention des minutes positives permet leur utilisation dans des modèles linéaires généralisés de type binomial (Haquart, 2013).

Il convient également de contrôler l'effet sur les résultats obtenus des divers paramètres techniques et environnementaux qui n'ont pas pu être maîtrisés.

II.1.3. Enregistrement automatique de séquences acoustiques

Le SM2BAT™ de Wildlife Acoustics permet l'enregistrement automatique au format son de séquences acoustiques. Cette technologie est disponible depuis 2010. L'enregistrement est déclenché au-delà d'un seuil d'intensité sonore dans une largeur de bande correspondant aux émissions des chiroptères. L'heure d'enregistrement est associée à chaque séquence. Le dispositif comprend un boîtier auquel peut être associé un ou deux microphones. L'utilisation de détecteurs automatiques SM2BAT™ permet l'enregistrement de séquences acoustiques sur des nuits complètes. La fréquentation de la station par les chiroptères peut ainsi être analysée tout au long de la nuit, notamment lors des phases de départ et de retour au gîte. On acquiert par cette méthode d'enregistrement en continu une grande quantité de données, bien que le nombre de points étudiés soit limité par le nombre de boîtiers et de microphones à disposition.



Figure 1 : SM2BAT™ dans son boîtier de protection fixé à un tronc d'arbre (photo ©T.Darnis) et microphone à ultrasons positionné en bout de branche (photo ©O.Vinet)

■ Traitement des données

Le pré-traitement des données ainsi collectées se fait par analyse informatique. Le fichier compressé (*.wac) récupéré à partir du SM2BAT™ contient l'enregistrement de l'ensemble des moments de la nuit où le volume ultrasonore a atteint le seuil de déclenchement de l'appareil. Ce fichier initial est ensuite décompressé et découpé en séquences sonores de 5 secondes (*.wav). Un traitement informatique effectue un premier tri de ces séquences acoustiques et réalise l'identification acoustique des chiroptères contactés. Les résultats sont donnés avec des indices de confiance sur l'identification. Cette méthode d'analyse informatique reste balbutiante et nécessite une étape de vérification manuelle à l'aide du logiciel BatSound 4.1.4. Ces vérifications ont été effectuées par Olivier Vinet.

Du fait de cette procédure, la définition d'un « contact » enregistré par un boîtier SM2BAT™ est sensiblement différente d'un contact entendu au détecteur. Dans ce cadre, un contact correspond à une séquence acoustique de 5 secondes au cours de laquelle l'espèce a été entendue.

■ Regroupement d'espèces

Comme avec un détecteur, l'identification spécifique certaine à partir des séquences enregistrées n'est pas toujours possible. Qui plus est, la grande quantité de données amassées et le temps nécessaire à la vérification des déterminations ne permettent pas un traitement poussé. La composition des taxons utilisés lors de l'exploitation des résultats est spécifiée dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Groupes d'espèces (en gris : indétermination de l'espèce)

Groupe	Espèce
Hypsav	Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)
Myosp	Murin sp. (<i>Myotis sp.</i>)
PipMi	Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>) Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>) Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)
PipNK	Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)
Plesp	Oreillard sp. (<i>Plecotus sp.</i>)
RhiPT	Rhinolophe euryale (<i>Rhinolophus euryale</i>) Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)
SEROT	Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>) Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>) Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>) Sérotine de Nilsson (<i>Eptesicus nilssonii</i>) Sérotine bicolore (<i>Vespertilio murinus</i>)
TadGN	Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>) Grande noctule (<i>Nyctalus lasiopterus</i>)

■ Exploitation des résultats

Les données ainsi acquises permettent de décrire la phénologie des taxons contactés par un microphone au cours de la nuit. La manipulation est effectuée sous R (R Development Core Team, 2008), en utilisant un script développé par Vincent Parmain (ONF). Le script renvoie en sortie le nombre de contacts obtenus et de minutes positives par tranches de 15 minutes, ainsi que leurs représentations graphiques.

A partir d'un SM2BAT™ installé en stéréo avec deux microphones distants de 3m sur une voie de transit, il est éventuellement possible de connaître le sens de déplacement des individus contactés. Pour chaque contact (séquence acoustique de 5s) enregistré par un SM2BAT™ installé en stéréo, l'utilisation d'un script R développé par Yves Bas (MNHN) donne accès à des informations sur la trajectoire de l'individu. Différentes configurations sont possibles :

- Gauche – Droite : l'individu s'est déplacé du micro gauche (micro 0) vers le micro droit (micro 1) ;
- Droite – Gauche : l'individu s'est déplacé du micro droit (micro 1) vers le micro gauche (micro 0) ;
- Autre configuration : toutes les autres combinaisons possibles correspondent davantage à une activité de chasse plutôt qu'à un transit dans l'axe des microphones.

En parallèle, les données de minutes positives issues de SM2BAT™ peuvent être utilisées pour évaluer les niveaux d'activité des chiroptères au regard de l'ensemble de la zone méditerranéenne française. La ressource utilisée est le référentiel d'activité des chiroptères d'Alexandre Haquart (2013).

II.1.4. Captures aux filets japonais

Tant au niveau des informations collectées que des espèces pouvant être décelées par ce biais, la capture reste complémentaire de la prospection acoustique.

La méthode de capture employée consiste à tendre des filets maillants dits « japonais » (figure 2) sur des trajectoires de vol de chiroptères. Les individus ainsi interceptés sont ensuite démaillés lors de rondes, toutes les 15 ou 20 minutes, pour la collecte de données individuelles dont la prise de mesures biométriques.

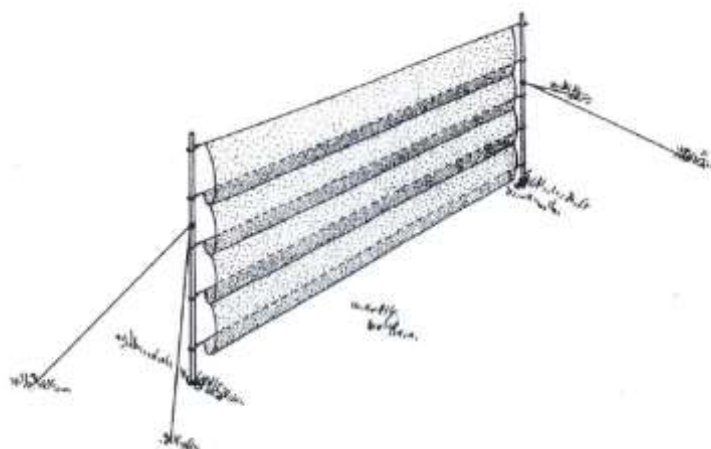


Figure 2 : Filet japonais

■ Principes de la méthode

Les filets ne permettent de capturer qu'une proportion plus ou moins faible des chiroptères de passage sur le spot et ne permettent donc pas d'inventaire quantitatif. Comme pour la méthode acoustique, les probabilités de capture varient non seulement avec le positionnement des filets, mais également d'une espèce à l'autre. L'ensemble des espèces de chiroptères européens ont la capacité de détecter les filets posés grâce à l'écholocation. Toutefois, certaines espèces comme les rhinolophes semblent être plus aptes que d'autres à visualiser les filets, probablement du fait des caractéristiques particulières de leur sonar. La probabilité de détection d'un filet dépend également du comportement de vol de l'individu, en chasse ou en transit, et donc de ses émissions sonores. Un chiroptère en transit sur un itinéraire connu analysera moins finement son environnement, augmentant ainsi ses chances de capture. C'est pourquoi on cherche à placer préférentiellement les filets en lisière de peuplement, en travers des allées forestières ou sur des couloirs de vol potentiels. La pose de filets en sortie de gîte, lorsqu'elle possible, permet un bon taux de capture. On doit également prendre en compte la hauteur maximale de capture permise par le matériel (jusqu'à 7 m avec un filet « double »). Les espèces en transit ou en chasse au-dessus de la canopée, par exemple le molosse de Cestoni, ont une chance infime d'être capturées.

■ Contexte de capture

Les lieu et heure de capture et les conditions météorologiques au moment de la capture influent sur les résultats obtenus. C'est pourquoi on consigne un certain nombre de paramètres :

- Type de milieu ;
- Date de la capture ;
- Heure de pose des filets, **heure d'arrêt** de la capture et durée de la capture ;
- Météo ;
- Vent ;
- Température et hygrométrie ;
- Phase de la lune.

Le dispositif de capture est également décrit de façon détaillée, en précisant le nombre de filets posés et leur placement. La pression de capture qui en résulte est calculée en m².h (surface totale de filets déployée multipliée par la durée de la capture).

■ Matériel de capture et intervenants

Les chiroptères étant des espèces protégées, leur capture et leur manipulation nécessite une autorisation officielle et personnelle. Deux des membres de l'équipe, Olivier Vinet (ONF) et David Sarrey (GCP) étant titulaires de cette autorisation, deux spots de capture distincts ont pu être installés certaines nuits. D'autres participants étaient présents à une ou plusieurs captures, incluant d'autres membres du réseau mammifères de l'ONF, la stagiaire, ainsi qu'un certain nombre de personnes venues bénévolement assister aux captures et apporter leur aide.

Les caractéristiques du matériel utilisé pour les captures sont les suivantes :

- Filets japonais Ecotone® (Olivier Vinet) : 3m / 6m / 9m / 12m ; hauteurs 2,5m / 5m ; monofilaments ;
- Filets japonais Bonardi® (David Sarrey) : 3m / 6m / 9m ; hauteurs 2,4m / 3,2m / 5m ; traditionnels et monofilaments ;
- Hampes de canne à pêche ;
- Matériel de mesure : peson, pied à coulisse, réglette.

■ Données recueillies

Les données suivantes ont été collectées sur les individus capturés (modèle de relevé de données en annexe II) :

- Heure de capture
- Filet
- Taxon
- Sexe : mâle (M) / femelle (F)
- Age : adulte (Ad) / immature (Imm) / juvénile (Juv)
- Testicules
- Epididymes
- Tétons
- Statut reproducteur : adulte actif (AAC) / adulte non actif (ANC) / vierge actif (VAA) / vierge non actif (VNA) / gestante (GES) / allaitante (ALL) / post-allaitante (post-ALL) / etc
- Mesures :
 - Poids
 - Avant-bras (AB)
 - + suivant l'espèce : 3^{ème} doigt (D3), 5^{ème} doigt (D5), etc
- Parasites
- Blessures

■ Recherche au gîte par radiotélémétrie

Dans des peuplements riches en ARB comme les boisements de la zone nord de Cadarache, de très nombreux arbres présentent des microhabitats susceptibles de servir de gîte à des chiroptères (écorces décollées, cavités de *Cerambyx*, trous de pics, etc). La recherche au hasard de gîtes abritant des individus en journée est généralement laborieuse et peu fructueuse. Une méthode permettant l'identification efficace de gîtes est le suivi d'individus par radiotélémétrie.

La méthode consiste à équiper des individus capturés au préalable avec des émetteurs radio (Holohil Systems Ltd. BD-2X Transmitters for bats). L'émetteur, dont le poids n'excède pas 10% de celui de l'animal, est fixé sur le dos de la chauve-souris avec de la colle chirurgicale (Vetbond®). L'individu est ensuite relâché puis recherché le lendemain en journée à l'aide d'une antenne réceptrice (Alinco DJ-X11 modifié par Wagener). L'émetteur émet pendant une dizaine de jours des ondes radio à une fréquence connue et spécifique d'un émetteur donné. Au-delà de cette période, l'émetteur fini par se détacher du dos du chiroptère, à moins qu'il n'ait été arraché prématurément. Cette durée de fonctionnement permet potentiellement de suivre l'individu pendant plusieurs jours et éventuellement localiser plusieurs gîtes utilisés par cet individu. Chez certaines espèces notamment très forestières (par exemple la barbastelle ou le murin de Bechstein), les individus d'une colonie peuvent changer quotidiennement de gîte suivant un modèle de fission-fusion de la colonie. Lors de l'identification d'un gîte, des captures sont organisées le soir même à proximité du gîte afin de dénombrer si possible l'effectif du gîte et de capturer et équiper un maximum d'individus de la colonie. On favorise pour la pose d'émetteur des femelles pouvant potentiellement mener à des gîtes de reproduction. La période choisie, au début du mois de juillet, permet en effet d'espérer la capture de femelles allaitantes ou de juvéniles tout juste volants.

II.2. Application aux études relatives au projet

Chaque objectif de l'étude nécessite l'utilisation de diverses méthodes de travail. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Techniques utilisées pour répondre aux objectifs du CCTP

	Acoustique	Capture / obs directe	Relevé dendro	Relevé habitat	Télémétrie
Lot 1-A : corridors et connexions	X			X	
Lot 1-B : inventaire des populations de chauves-souris	X	X		X	X
Lot 1-C : structuration des habitats des chiroptères			X		
Lot 1-D : expertise et entretien des nichoirs artificiels		X			

II.2.1. Etude des discontinuités forestières entre le Nord et le Sud des 1 200 ha (lot 1-A/1)

Le défrichement de la plateforme ITER, par sa localisation centrale au sein de la FD Cadarache, a scindé le massif forestier en deux entités séparées. La continuité du couvert boisé entre le nord et le sud de la FD est fortement restreinte ; ces deux zones de forêt d'un seul tenant n'étant plus interconnectées que par deux bandes boisées : l'une subsistant à l'ouest de la plateforme ITER dans des terrains sous la propriété du CEA et l'autre à l'est d'ITER dans des reliquats appartenant à la FD, l'état boisé des propriétés privées à l'est (commune de Vinon-sur-Verdon) n'étant pas garanti dans le temps.

Pour les chiroptères, l'existence de corridors boisés permettant le transit entre les zones de gîte et les territoires de chasse est primordiale pour le maintien des populations. Par les fortes densités en ARB constatées, la zone nord de la FD Cadarache semble *a priori* favorable à la présence d'arbres gîtes, tandis que le sud pourrait fournir des habitats de chasse favorables à ces mêmes individus. Il est donc nécessaire de s'assurer que les deux bandes boisées assurent une fonctionnalité de corridor écologique.

Par ailleurs, la limite entre zones nord et sud de la FD Cadarache est marquée par la RD952. La traversée des axes routiers par les chiroptères présente un risque non négligeable de collision avec des véhicules (Lemaire *et al.*, 2006 ; Medinas *et al.*, 2012). Il convient alors d'identifier d'éventuels points de passage importants le long de cet axe.

II.2.1.1. Pose de SM2BAT™

La radiotélémétrie offre la possibilité de connaître assez précisément les trajets des déplacements effectués par des individus suivis de nuit. Toutefois la logistique d'une telle opération est contraignante et son coût est élevé pour ne suivre que quelques individus. Qui plus est, rien ne garantit que des chiroptères capturés et équipés à Cadarache en soirée continuent d'évoluer sur le site pendant la nuit. Pour toutes ces raisons, l'étude acoustique par la pose de boîtiers SM2BAT™ a été privilégiée.

Les microphones sont placés à des points susceptibles, à dire d'expert, d'être sur des voies de transit privilégiées pour les chiroptères (lisières continues, linéaires boisés, etc.). Chaque séquence acoustique enregistrée étant associée à une donnée temporelle, on cherche si possible à mettre en évidence des flux de déplacement entre Nord et Sud et identifier le passage d'individus repérables (par exemple d'une espèce peu représentée) d'un point à un autre.

Sept boîtiers SM2BAT™, associés à un ou deux microphones, ont été posés pour deux nuits consécutives à la session de fin mai (nuits des 27 et 28 mai 2015) et cinq début juillet (nuits des 6 et 7 juillet 2015). La localisation des microphones est cartographiée en carte 2. Le SM2BAT™ positionné sur l'allée de cèdres menant au château de Cadarache (point A2) a été installé en stéréo à l'occasion des deux sessions, ainsi que le boîtier en B1 à la session de juillet.

II.2.1.2. Réalisation de transects

Sur la portion est de la RD952 boisée de part et d'autre, il est difficile d'identifier *a priori* des points de passage privilégiés entre le Nord et le Sud. Dans cette zone, des transects ont été réalisés à pied le 28 mai 2015 avec deux SM2BAT™ en complément des boîtiers fixes. Les cheminements approximatifs ont été représentés sur la carte 2. La localisation GPS du boîtier est automatiquement enregistrée plusieurs fois par minute. L'objectif poursuivi est de parvenir à relever d'éventuels pics d'activité le long des transects. La portion des transects correspondant à la RD952 est parcourue simultanément par les deux opérateurs de front, de part et d'autre de la route ; ceci afin d'essayer d'identifier des comportements nets de traversée de la RD par des chauves-souris et le sens de ces traversées.

Cette démarche qui reste expérimentale n'a pas été reconduite à la session de juillet.

Figure 3 : Opérateur au départ du cheminement à pied : SM2 dans le sac à dos, micro au bout de la perche + écoute active en complément, pour adapter le cheminement et les bruits parasites provoqués par le déplacement (tablette et micro Dodotronic déporté). ©O.Vinet



Carte n°2

SM2BAT et transects



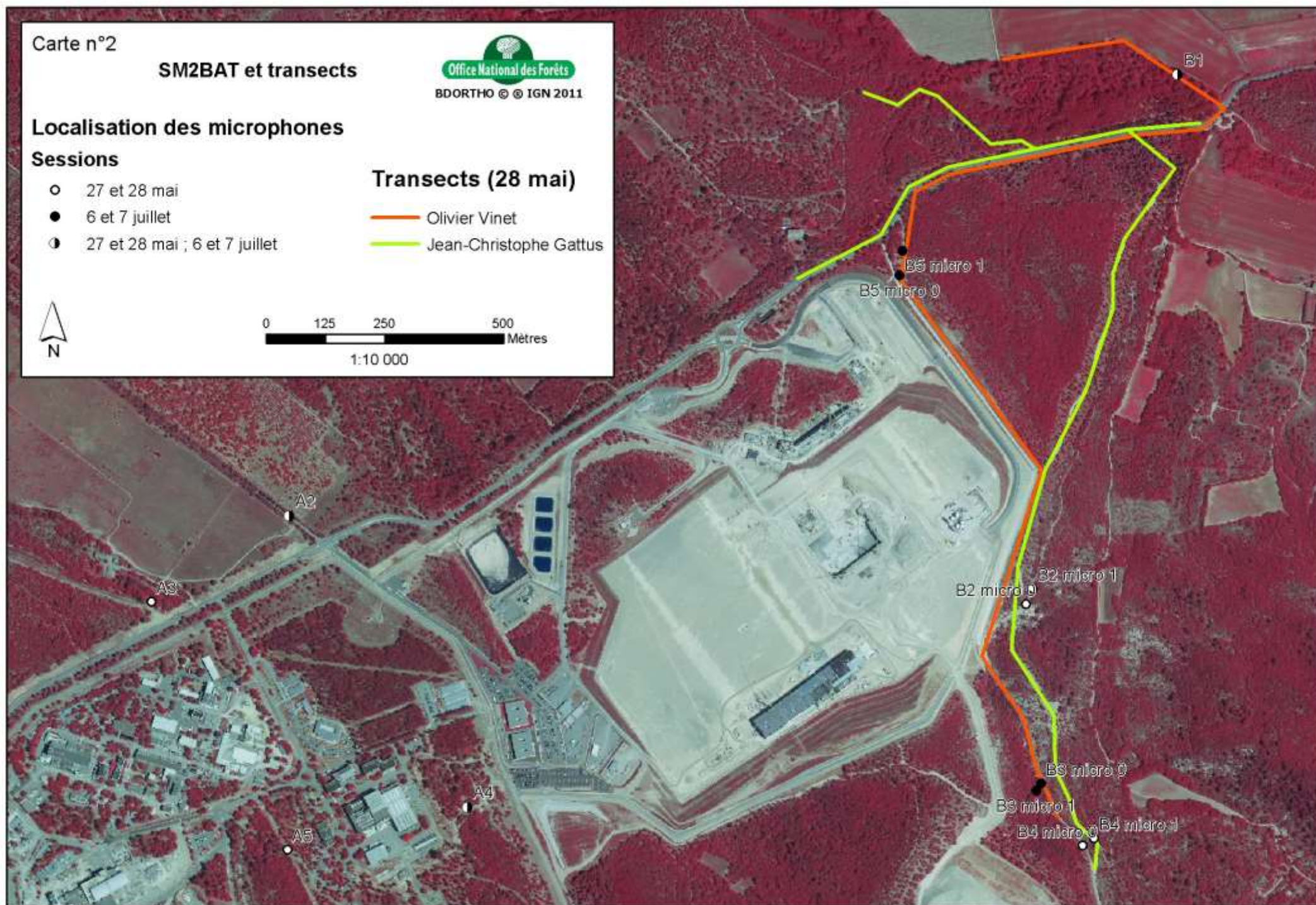
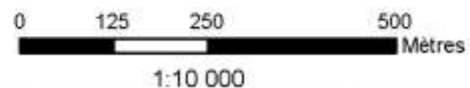
Localisation des microphones

Sessions

- 27 et 28 mai
- 6 et 7 juillet
- ◐ 27 et 28 mai ; 6 et 7 juillet

Transects (28 mai)

- Olivier Vinet
- Jean-Christophe Gattus



II.2.2. Etude des fonctionnalités des corridors dans la **matrice forestière et de l'attractivité des territoires de chasse à l'échelle des 1 200 ha (lots 1-A/2 et 1-B/1)**

Le site de Cadarache présente une grande richesse de milieux et des interfaces entre ces milieux nombreuses et diversifiées. Les lots 1-A (sous-partie 2) et 1-B (sous-partie 1) de l'étude commanditée par l'Agence ITER visent à étudier l'utilisation de ces différents milieux par les chiroptères, à travers, respectivement, l'étude du réseau de corridors et des habitats de chasse potentiels.

Nous avons décidé de regrouper ces deux parties, reliées à des lots différents du CCTP, pour des raisons de logique générale et de cohérence des analyses.

La prospection acoustique par écoute active a été privilégiée pour ces deux axes d'étude. Cette méthode permet en effet de recueillir de relativement grandes quantités de données concernant l'activité des chiroptères en un temps restreint et à moindre coût. Elle présente en outre l'avantage d'être non impactante pour les individus ainsi observés puisque qu'elle n'implique pas de manipulation de l'animal et la présence de l'observateur reste discrète.

Le nombre de points d'écoute réalisables est fortement limité par des contraintes budgétaires. 44 points d'écoutes ont été définis au total, dont 24 dans des milieux homogènes de type « habitats de chasse » et 20 sur des interfaces. Deux sessions d'écoutes ont été programmées sur ces points d'écoute. Les écoutes ont été réalisées du 26 au 29 mai 2015 pour la première session. Les observateurs ayant réalisé ces écoutes sont Olivier Vinet et Jean-Christophe Gattus, du bureau d'études de l'ONF, et David Sarrey, salarié du GCP. La seconde session s'est déroulée du 6 au 9 septembre 2015 ; les observateurs étant Olivier Vinet et Vincent Parmain pour l'ONF, et David Sarrey pour le GCP.

L'annexe III décrit la répartition des écoutes entre observateurs et nuits d'écoute, tandis que la carte 3 présente les 44 points sur la zone d'étude.

II.2.2.1. **Points d'écoute en habitats de chasse (matrice forestière)**

Le plan d'échantillonnage suggéré par le CCTP initial classe les différents milieux présents sur le site en quatre grandes catégories structurelles (habitats forestiers denses, à deux strates, à structure complexe et habitats ouverts ou artificialisés) entre lesquelles répartir les points d'écoutes. La classification des milieux entre ces quatre catégories a été réalisée à partir de la cartographie des habitats naturels du site (Baret, 2013).

Le nombre de points d'écoute attribués à cet axe d'étude ne permet pas une analyse statistique significative en suivant ce type d'échantillonnage, les milieux concernés étant trop diversifiés au sein d'une même catégorie (par exemple au niveau des essences en peuplement, de la stratification des peuplements ou encore de leur localisation au sein des grands secteurs de la zone).

Après ces constatations sur le terrain, et en concertation avec l'ATDO, il a été décidé d'opter pour un plan d'échantillonnage systématique, les points désignés étant caractérisés d'après le protocole MCH11 de description des habitats de chasse à chiroptères élaboré par l'ONF (fiche de terrain en annexe V).

Un quadrillage de la zone de 1200 ha par mailles de 49 ha a été réalisé sous SIG (ArcGIS 10). Ce maillage permet de définir un point d'écoute systématique par maille qui sera inventorié. Les points d'écoute ont été marqués sur le terrain à la peinture rétro réfléchissante afin de faciliter leur localisation de nuit au cours des deux saisons d'écoute par des observateurs différents. A cette occasion, leur localisation précise a été ajustée afin de répondre à des contraintes scientifiques et techniques : le point d'écoute devait autant que possible être situé dans un habitat homogène, sans changement d'écotone ni corridor dans un rayon de 30 m. On a également dû s'assurer de l'accessibilité du point.

II.2.2.2. Points d'écoute sur corridors

De même que pour les habitats de chasse, différents types d'interfaces ont été extraits de la cartographie des habitats naturels pour servir de base à l'étude des corridors intraforestiers (9 catégories prévues à l'origine). Là encore, la répartition des points d'écoute entre les différentes catégories d'interfaces proposées par le CCTP s'est avérée difficile à mettre en œuvre. Le choix des points d'écoute a été laissé à l'appréciation de l'ONF, qui s'est efforcé de privilégier des corridors de natures diverses parmi ceux mis en avant par le CCTP.

Un maillage a également été utilisé afin d'assurer une répartition spatiale relativement équilibrée des points d'écoute. Un point situé à l'interface entre deux milieux ou sur une piste forestière ou une bande de débroussaillage (BDS) a été choisi manuellement dans chaque maille. Les points retenus font là aussi l'objet d'un marquage et d'une description. Les relevés effectués sur les lisières (fiche en annexe IV) sont adaptés d'une étude antérieure de l'ONF portant sur les milieux de chasse de la barbastelle (Vinet *et al.*, 2013). La typologie utilisée a notamment été adaptée au cas particulier de Cadarache.

II.2.2.3. Traitement des données relatives aux points d'écoute

Les analyses ont été menées sur des jeux de données regroupant points d'écoute dans la matrice forestière et points d'écoute sur corridors. Ce choix a été fait dans le but de maximiser la quantité de données disponibles, étant donné le faible nombre de points au total.

Remarquons que la distinction entre habitats de chasse et corridors peut être discutée du point de vue comportemental, étant donné que certaines espèces chassent préférentiellement en lisière et que, *a contrario*, un chiroptère peut traverser un « habitat de chasse » et y être contacté sans toutefois y chasser.

Pour les trois grandes thématiques étudiées (décrites ci-après), nous avons simplifié au maximum la description des catégories, ceci afin de disposer d'échantillons suffisamment grands pour les analyses.

■ Structure des milieux

S'inspirant des catégories structurelles proposées par le CCTP, les points d'écoute en habitats de chasse (matrice) ont été répartis en trois grandes catégories, suivant le recouvrement par les ligneux hauts (essences ligneuses de plus de 3m de haut) :

- Boisé : plus de 50% de recouvrement par les ligneux hauts ;
- Boisé lâche : entre 25 et 50% de recouvrement par les ligneux hauts ;
- Ouvert à semi-ouvert : moins de 25% de recouvrement par les ligneux hauts.

Afin de rendre possible l'exploitation conjointe des points de lisière et des points de la matrice, les mêmes références ont été utilisées pour catégoriser les lisières. Les corridors ayant fait l'objet de

points d'écoute constituent tous des interfaces entre un milieu de type « boisé » et un autre milieu qui peut être boisé, boisé lâche ou ouvert à semi-ouvert (d'après la même typologie que précédemment).

■ Secteurs de la zone d'étude

L'ensemble de la zone de 1 200 ha est hétérogène en termes d'habitats et de peuplements rencontrés et certains secteurs peuvent sembler plus favorables aux chiroptères, notamment le secteur nord de la FD Cadarache dont la forte densité en ARB ne se retrouve pas sur le reste de la zone. Identifier un biais de la localisation du point d'écoute permettrait d'affiner l'exploitation des résultats des écoutes. Quatre grands secteurs plus ou moins homogènes, de surfaces comparables, ont ainsi été définis :

- FD Cadarache Nord/CEA : comprend l'ensemble des points d'écoute situés au Nord de la RD952, que ce soit sur les parcelles appartenant au CEA ou bien dans la zone nord de la FD Cadarache ;
- FD Cadarache Sud – RBD/ITER : comprend les espaces naturels ITER ainsi que la portion de la zone sud de la FD Cadarache faisant partie de la Réserve Biologique Dirigée de la Castellane. Deux points d'écoute à proximité de la RBD (13CAD-G et 13CAD-17) ont également été inclus ;
- FD Cadarache Sud – hors RBD : comprend le reste des points de la zone sud de la FD Cadarache en dehors des limites de la RBD ;
- FD Vinon : comprend les quatre cantons de la FD Vinon-sur-Verdon.

■ Nature des essences rencontrées

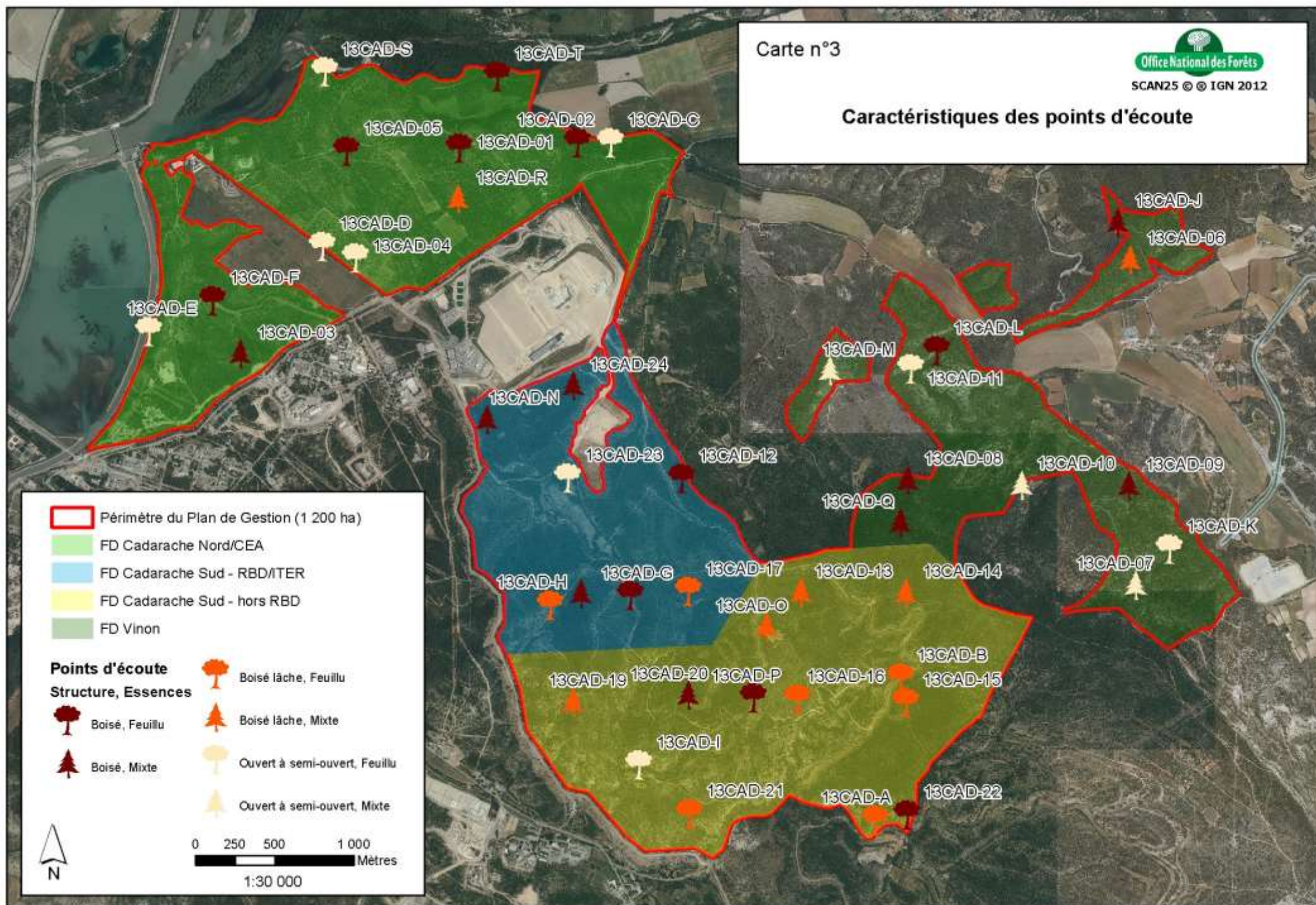
La nature des essences en peuplement, feuillues ou résineuses, est connue pour influencer sur l'activité de chasse de certaines espèces de chiroptères. Ce phénomène s'explique par la synergie entre présence de chiroptères et présence de leur cortège de proies, sensible à la nature des peuplements. On cherche à analyser le niveau de fréquentation par les chiroptères suivant la nature des essences présentes aux points d'écoute.

Aucun point d'écoute de la zone d'étude n'est situé dans un peuplement purement résineux. Les peuplements résineux associent systématiquement des essences feuillues en mélange, ou bien encore un sous-étage feuillu. On retient donc deux modalités : feuillus (F) et mixte (M).

Toutes ces caractéristiques (structure, zone et essence) sont schématisées pour l'ensemble des 44 points d'écoute sur la carte 3 de la page suivante.

Carte n°3

Caractéristiques des points d'écoute



II.2.2.4. Plan d'échantillonnage résultant de ces caractérisations

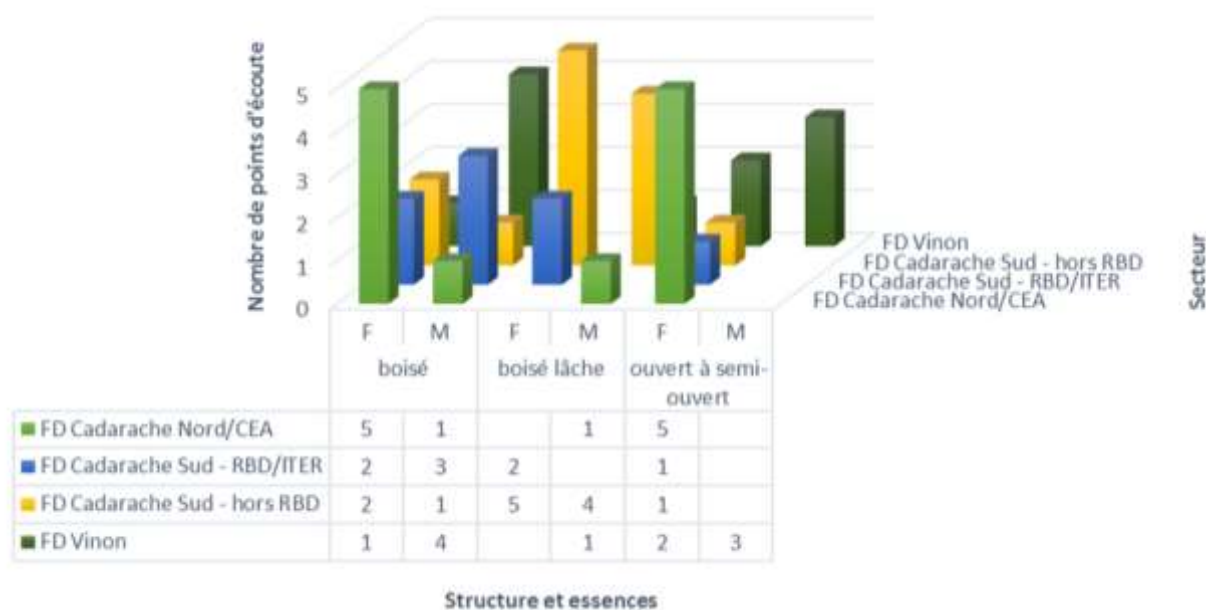


Figure 4 : Plan d'échantillonnage des points d'écoute

Du fait des méthodes retenues pour le choix des points d'écoute (décrites en § II.2.2.1 et § II.2.2.2), le dispositif obtenu n'est pas équilibré. On a entre 0 et 5 points d'écoute pour chaque combinaison des modalités des trois variables étudiées (secteur, structure et essences). Lors des analyses statistiques, cela peut entraîner des confusions d'effets qu'il convient de garder à l'esprit.

II.2.3. Inventaire et qualification des populations de chauves-souris arboricoles par captures (lot 1-B/2)

L'ensemble des résultats acoustiques sont mis à contribution pour l'inventaire des espèces, mais ceci ne donne aucune indication sur le statut biologique des individus (sexe, âge, état reproducteur). Quoique plus lourde à mettre en place que la prospection acoustique, la capture d'individus est la seule méthode permettant d'avoir accès à des données qualitatives telles que le sexe, l'âge et le statut reproducteur des individus. Une session de captures est donc organisée début juillet 2015 afin d'acquérir une connaissance plus fine des populations de chiroptères présentes sur le site d'étude.

Les sites retenus pour les captures sont des lieux identifiés sur le terrain comme potentiellement attractifs pour les chiroptères. On s'appuie ainsi sur des points d'eau tels que les abreuvoirs artificiels largement répandus en FD Cadarache et entretenues à destination du gibier, ou encore les bras morts du Verdon au nord de la zone d'étude (localisation des spots cf. carte 4 et tableaux 7a à 7c).

En parallèle des données ainsi recueillies, la capture permet d'envisager la pose d'émetteurs VHF (*Very High Frequency*) sur certains individus. Les espèces ciblées pour la pose d'émetteurs sont les espèces forestières dont les gîtes sont préférentiellement arboricoles. L'objectif est de parvenir à identifier un ou des réseaux de gîtes arboricoles utilisés par les populations de chiroptères. Cette partie de l'étude bénéficie d'un financement interne de l'ONF, dédié à la gestion de la RB. On dispose de 20 émetteurs (0,37g), avec un objectif initial d'équiper une dizaine d'individus pour chacune des deux colonies d'espèces arboricoles recensées. Les gîtes arboricoles identifiés sont décrits d'après un protocole de description d'arbre gîte (fiche de description en annexe VI).

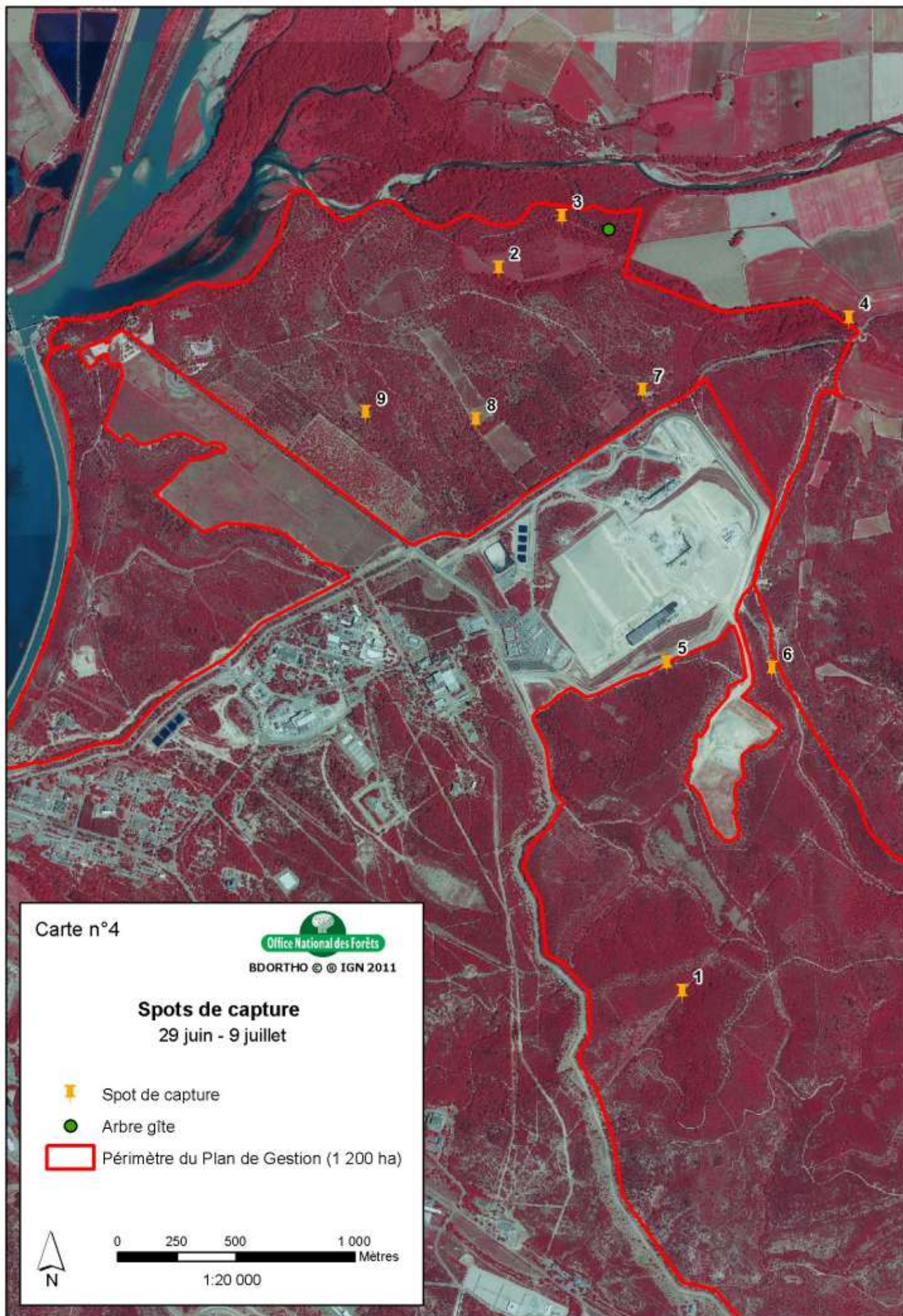


Tableau 7a : Données relatives aux spots de captures au filet

Spot	Date	Milieu	Heure pose	Heure arrêt	Durée	Manipulateur	Commentaires
1	29/06/2015	Mare cynégétique permanente en chênaie pubescente âgée, à proximité d'une piste forestière et de milieu ouvert	21 h 40	01 h 00	3 h 20	David SARREY	
2	29/06/2015	Ruisseau en milieu ouvert	21 h 50	02 h 00	4 h 10	Olivier VINET	
3	30/06/2015	Piste forestière en ripisylve	21 h 40	00 h 15	2 h 35	Olivier VINET	
4	01/07/2015	Piste forestière en lisière de peuplement, plus ou moins ouverte sur des champs cultivés	21 h 40	01 h 30	3 h 50	David SARREY	
5	01/07/2015	Mare cynégétique permanente dans un ilot ayant fait l'objet de mesures compensatoires	22 h 00	01 h 40	3 h 40	Olivier VINET	
6	02/07/2015	Vallon de chênaie âgée avec des ARB particulièrement imposants	21 h 50	01 h 15	3 h 25	Olivier VINET	2 Grands Capricornes (<i>Cerambyx cerdo</i>) ; 6 Lucanes Cerf-Volant (<i>Lucanus cervus</i>)
7	05/07/2015	Piscine de la Maison Forestière de la Castellane, espace ouvert attenant aux peuplements	21 h 45	01 h 30	3 h 45	Olivier VINET	Regroupement de Pipistrelles de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>) dans le toit de la Maison Forestière
8	07/07/2015	Mare cynégétique permanente en chênaie pubescente âgée, à proximité de milieux ouverts	21 h 40	1 h 45	4 h 05	Olivier VINET	1 Grand Capricorne (<i>Cerambyx cerdo</i>) ; 4 Lucanes Cerf-Volant (<i>Lucanus cervus</i>) ; 1 Grand Rhinocéros (<i>Oryctes nasicornis</i>)
9	09/07/2015	Mare cynégétique temporaire en chênaie pubescente âgée, à proximité d'un milieu ouvert	21 h 50	00 h 30	2 h 40	Olivier VINET	1 Grand Rhinocéros (<i>Oryctes nasicornis</i>)

Tableau 7b : Données relatives aux spots de captures au filet

Spot	Nb de filets	Description du dispositif	Pression de capture (m ² .h)
1	6	Mare : 3 filets encadrant la mare (6mx2,4m (n°1) + 6mx2,4m monofilament (n°2) + 3mx3,2m monofilament (n°3)) Chablis : 1 filet le long d'une allée forestière, au-dessus d'un chablis (6mx5m (n°4)) Allées forestières : 1 filet en travers d'une allée (3mx5m (n°5)) + 1 filet en travers d'une autre allée se prolongeant dans le sous-bois (9mx5m (n°6))	427.6
2	3	Cours d'eau : 1 filet perpendiculaire au cours d'eau, sur la piste adjacente (9mx5m monofilament (n°1)) Allée forestière : 2 filets en travers d'une allée forestière à proximité (6mx5m monofilament (n°2) + 6mx2,5m monofilament (n°3))	375.3
3	3	Allée forestière : 2 filets en travers de la piste forestière (3mx5m (n°1) + 6mx5m (n°2)) Nidchoir : 1 filet le long de la piste forestière, devant un nidchoir artificiel (9mx5m (n°3))	232.2
4	3	Allée forestière : 3 filets en travers de la lisière et de la portion voûtée de la piste (3mx2,4m monofilament (n°1) + 6mx5m (n°2) + 9mx2,4m (n°3))	225.8
5	4	Mare : 2 filets aux abords de la mare (9mx5m monofilament (n°1) + 6mx2,5m monofilament (n°2)) Allée forestière : 1 filet en travers d'une allée menant à la mare (3mx2,5m monofilament (n°3)) Sous-bois : 1 filet (12mx2,5m monofilament (n°4))	356.9
6	5	Allées et clairières forestières : 4 filets (9mx5m monofilament (n°1) + 6mx5m monofilament (n°2) + 6mx2,5m monofilament (n°3) + 3mx2,5m monofilament (n°4)) Piste : 1 filet en travers de la piste en lisière de peuplement (9mx2,5m monofilament (n°5))	333.5
7	2	Piscine : 2 filets encadrant la piscine (9mx5m monofilament (n°1) + 6mx5m monofilament (n°2))	281.3
8	4	Mare : 1 filet sur la mare (9mx5m monofilament (n°1)) Allée forestière : 2 filets en travers de l'allée reliant les deux zones ouvertes, aux deux extrémités (6mx5m monofilament (n°2) + 9mx2,5m monofilament (n°3)) Sous-bois : 1 filet dans le sous bois entre les deux zones ouvertes (9mx2,5m monofilament (n°4))	489.6
9	3	Mare : 2 filets aux abords de la mare (6mx2,5m monofilament (n°1) + 9mx2,5m monofilament (n°2)) Sous-bois : 1 filet dans une trouée du boisement (9mx5m monofilament (n°3))	219.5

Tableau 7c : Données relatives aux spots de captures au filet

Spot	Météo	Vent	Température et hygrométrie	Lune
1	beau	nul	22 h 20 : 20°C 01 h 00 : 16,5°C	Gibbeuse à pleine
2	beau	nul	23 h 10 : 15,3°C / 84% 01 h 45 : 11,8°C / 95%	Gibbeuse à pleine
3	beau	nul	00 h 15 : 19,5 °C / 61%	Pleine
4	beau	nul	21 h 40 : 24°C 01 h 30 : 17°C	Pleine
5	beau	nul	22 h 15 : 23,9°C / 52% 22 h 40 : 21,8°C / 59% 00 h 10 : 19,5°C / 70% 01 h 40 : 16,7°C / 86%	Pleine
6	beau	nul	22 h 30 : 20°C / 60% 01 h 20 : 14,9°C / 89%	Pleine
7	beau	nul	23 h 45 : 20°C / 58%	Pleine à gibbeuse
8	beau	nul	22 h 50 : 24,4 °C / 47% 23 h 45 : 19,2°C / 71% 01 h 45 : 16,9°C / 83%	Gibbeuse
9	beau	nul	22 h 50 : 16,1 °C / 54% 23 h 50 : 13,4°C / 66% 00 h 38 : 12,3°C / 74%	Dernier quartier

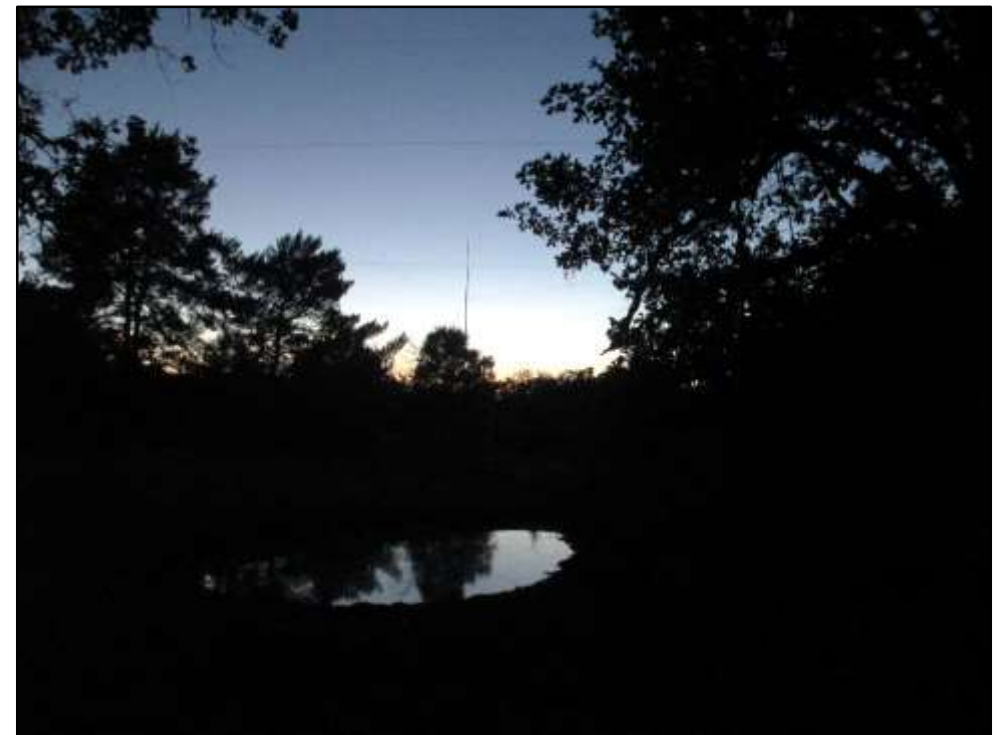


Figure 5 : Soirée de capture au spot n°9

II.2.4. Structure des habitats des chiroptères (lot 1-C)

La majeure partie de la surface des 1 200 ha du Plan de Gestion a déjà été couverte par un inventaire systématique de description dendrologique. Seuls 58 hectares correspondant aux espaces naturels du site ITER n'avaient pas encore été décrits sur cette base.

Afin de récolter les informations requises, nous avons réalisé 26 placettes dendrologiques réparties au cœur de chacune des unités élémentaires issues de la cartographie de milieux de Julien Baret (2013), à raison d'une placette par unité cartographique.

Dans chacune de ces placettes de 17,8 m de rayon (1 000 m²), nous avons relevé les éléments suivants :

- Localisation GPS du centre de la placette ;
- Date et auteur de la description ;
- 3 essences dominantes et leurs recouvrements respectifs ;
- Nombre de brins de taillis par catégories de diamètres : petit bois [7,5 – 22,5 cm[; bois moyen [22,5 – 37,5 cm[; gros bois [37,5 – 52,5 cm[; très gros bois [52,5 – 62,5 cm[; très très gros bois > 62,5 cm ;
- Nombre de brins de futaie selon les mêmes catégories de diamètre ;
- Surface terrière totale ;
- Hauteurs dominante et moyenne du taillis ;
- Hauteurs dominante et moyenne de la futaie ;
- Diamètre max pour le taillis ;
- Diamètre max pour la futaie.

La carte 5 de localisation des placettes dendrologiques est présentée en annexe VII.

II.2.5. Contrôle des nichoirs (lot 1-D)

Dans le cadre de l'étude de 2009, 19 nichoirs ont été posés sur 9 arbres différents. Comme demandé par le CCTP, seuls les nichoirs de la partie nord ont été contrôlés. Les nichoirs dans la partie CEA n'étaient pas concernés.

III. RESULTATS DES ETUDES MENEES A CADARACHE

III.1. Synthèse des données existantes : études antérieures relatives aux chiroptères et bases de données

Aucun inventaire des chiroptères n'ayant été réalisé en amont du défrichement de la plateforme ITER, on ne dispose que de rares données ponctuelles concernant les populations présentes sur la zone avant 2007.

En 2009, dans le cadre des mesures compensatoires ITER, un premier inventaire est mené par le Groupe Chiroptères de Provence sur la zone du Plan de Gestion (GCP, 2009). Cet inventaire a permis de recenser, par la méthode acoustique, au moins 13 espèces³ de chiroptères présentes sur le site d'étude, dont le petit rhinolophe, le minioptère de Schreibers et le murin de Capaccini inscrits à l'Annexe 2 de la directive Habitats. En dehors de cette étude, un contact possible de barbastelle en chasse avait été obtenu en 2007 par un membre du GCP. Cela étant, aucun enregistrement n'a pu être récolté lors de l'écoute terrain (problème matériel).

En 2011, à l'occasion de nouvelles sessions d'écoutes menées par Baptiste Regnery dans le cadre de sa thèse portant sur les dendromicrohabitats (Regnery *et al.*, 2013), 13 espèces au moins⁴ ont été contactées, dont la barbastelle d'Europe (2 contacts) et le grand ou petit murin (6 contacts). Une donnée de murin à moustaches (2 contacts), très surprenante pour la zone, pose question. Nous avons cherché à retrouver la séquence acoustique et les conditions de sa validation, mais cela s'est avéré difficile. Nous ne validerons donc pas l'espèce sur le site.

Ce qui porte à un minimum de 15 le nombre d'espèces ayant fréquenté de façon certaine la zone de 1 200 h depuis 2007, année du défrichement.

Parallèlement, un certain nombre d'observations de chiroptères sur le site ont été consignées dans la Base de Données Naturalistes (BDN) de l'ONF. Ces observations, dont les plus anciennes remontent à 2001, font état de la présence d'espèces à nouveau contactées par le GCP et Baptiste Regnery entre 2007 et 2009 et en 2011. Seule une espèce dont l'observation n'a pas été réitérée depuis mérite d'être soulignée : le petit rhinolophe. Un individu avait été observé en 2007 en gîte disparu à la Verrerie, un lieu-dit faisant désormais partie de la plateforme défrichée du site ITER.

A cette liste d'espèces (tableau 8 récapitulatif ci-dessous), on peut ajouter le grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) ainsi que les deux espèces de grands murins (*Myotis myotis* et *Myotis blythii*), contactés par le GCP à proximité du site d'étude et donc considérés comme très potentiels sur la zone du Plan de Gestion.

Dans tout ce tableau, outre le murin à moustaches, l'espèce qui nous interroge le plus est la barbastelle, pour laquelle nous n'avons pas pu retrouver les séquences d'origine. L'inventaire de 2015 doit permettre de valider ou pas sa présence.

³ Plusieurs espèces d'oreillards sur les 3 potentielles (*Plecotus auritus*, *Plecotus austriacus*, *Plecotus macrobullaris*) ont pu être contactées sans que l'identification spécifique soit possible.

⁴ Indétermination de l'espèce pour les oreillards (*Plecotus sp.*) et les grands murins (*Myotis myotis*, *Myotis blythii*)

Tableau 8 : Espèces observées sur le site entre 2001 et 2011 (en gras : espèce inscrite à l'Annexe 2 de la directive Habitats ; en gris : indétermination de l'espèce)

Espèce	BDN (ONF) 2001/2007/2009	GCP 2009	Regnery 2011
Barbastelle d'Europe (<i>Barbastella barbastellus</i>)	* ²	* ¹	*
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	*	*	*
Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)	*	*	*
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)		*	*
Grand murin / Petit murin (<i>Myotis myotis</i> / <i>Myotis blythii</i>)			*
Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccinii</i>)		*	
Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)		*	
Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)			?
Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)		*	*
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	*	*	*
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	*	*	*
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)		*	*
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	*	*	*
Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	*	*	*
Oreillard sp. (<i>Plecotus sp.</i>)	*	*	*
Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	*		
Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)	*	*	*

¹ base de données GCP, 2007

² localisation imprécise (FD Cadarache/CEA), 2007



Figure 6 : Molosse de Cestoni ©O. Vinet

III.2. Analyse des flux de transit Nord-Sud d'après les données SM2BAT™ (lot 1-A/1)

III.2.1. Phénologie des contacts enregistrés par les SM2BAT™

Les résultats obtenus par traitement des enregistrements automatiques sont présentés en annexe VIII sous la forme de graphes phénologiques des contacts (cartes 6a, 6b, 6c et 6d).

On observe en mai une activité globalement plus forte à l'ouest (points A) qu'à l'est (points B) de la plateforme ITER, avec un nombre de contacts qui culmine sur l'allée de cèdres en début de nuit (figure 7).

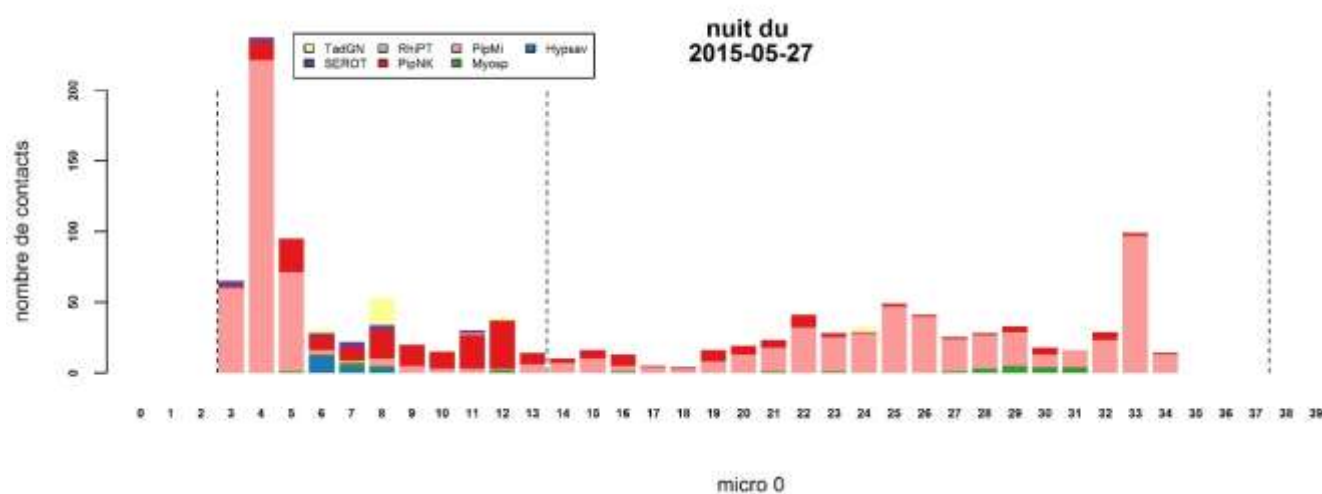


Figure 7 : Phénologie des contacts enregistrés au point A2 dans la nuit du 27 mai 2015 par tranches de 15 minutes (lignes pointillées : coucher de soleil, minuit, lever de soleil)

On a également moins de diversité spécifique en certains points, où l'on ne contacte que des individus des groupes PipMi et PipNK ainsi que de rares sérotules, murins et vespères. C'est le cas en A5, point excentré et entouré d'une couronne de bâtis lâches de la propriété CEA, et au point B4, pourtant dans la continuité des pistes de desserte longeant la plateforme ITER à l'est.

Les constats précédents restent les mêmes en juillet, mis à part des niveaux d'activité plus élevés. On observe par ailleurs une activité étonnamment intense en fin de nuit sur le point B1. Cette activité pourrait être mise en regard du pic constaté en début de nuit pour le point B5. Une hypothèse peut être formulée sur un important flux de transit par le corridor que représente le canal de circulation des eaux autour du point B5, au sortir du gîte ; puis un retour au petit matin du même flux d'individus, dans le sens inverse, le long de la lisière boisée du point B1.

Pour le reste, il est difficile de distinguer d'autres flux entre points, y compris pour les deux groupes majoritaires PipMi et PipNK. Tout au plus peut-on faire un parallèle entre la physionomie des graphes aux points A3 et A5 en mai. En revanche, La masse des contacts enregistrés en A2 est essentiellement issue de pipistrelles communes et pygmées (PipMi), tandis que les pipistrelles de Kuhl et de Nathusius (PipNK) dominent en A4. Cette distinction est particulièrement marquée au mois de juillet.

III.2.2. Flux au niveau de l'allée de cèdres et du point B1

Les microphones dans l'allée de cèdres (point A2) ont été installés en stéréo. Ci-dessous, la phénologie des contacts d'individus du groupe PipMi est associée au sens de déplacement des individus contactés (quand c'était possible à l'analyse).

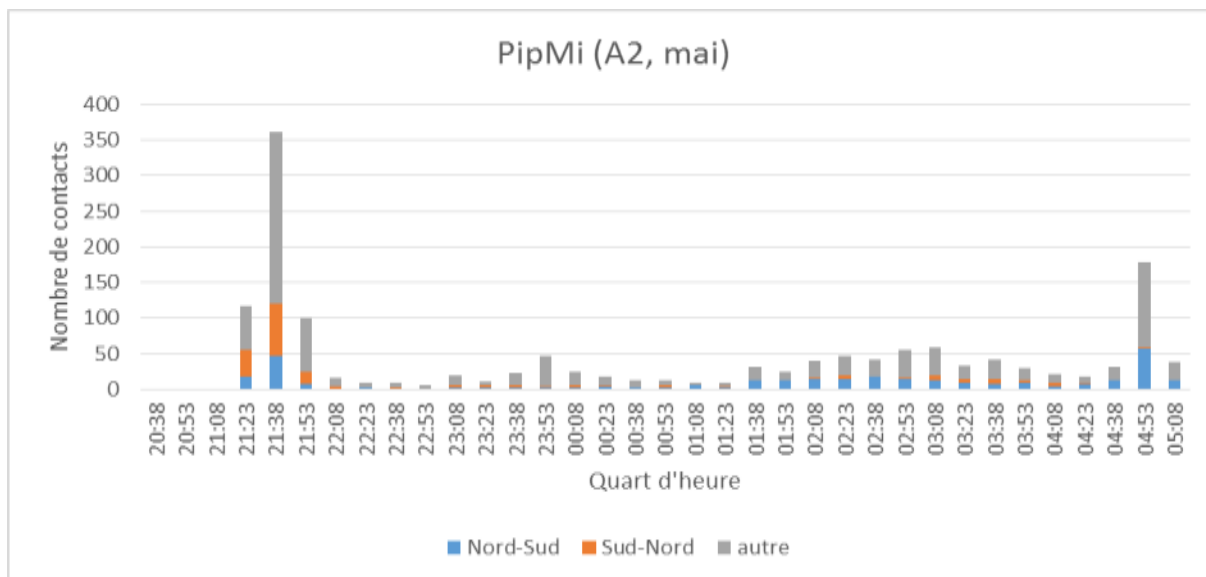


Figure 8a : Trajectoires des individus du groupe PipMi contactés en A2 (données cumulées des 27 et 28 mai)

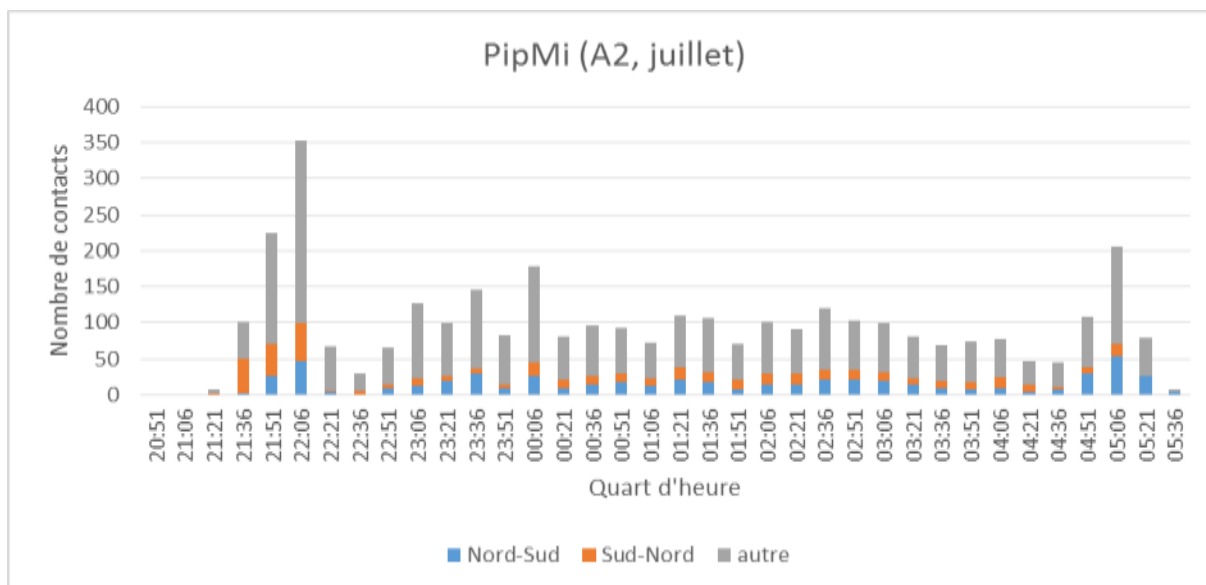


Figure 8b : Trajectoires des individus du groupe PipMi contactés en A2 (données cumulées des 6 et 7 juillet)

La majeure partie des contacts de pipistrelles obtenus sur l'allée au cours de la nuit semble provenir d'individus en chasse. Notamment, la plupart des déplacements observés doivent correspondre à des allées et venues de pipistrelles en chasse dans l'allée.

Toutefois, on voit apparaître aux deux saisons un flux légèrement supérieur dans le sens sud-nord pour les pipistrelles pendant la première heure de la nuit, ainsi qu'un flux en sens inverse en fin de nuit. Il pourrait s'agir d'individus gîtant dans la zone sud du site d'étude (les nombreux

bâtiments du CEA ?) et rejoignant des territoires de chasse plus au nord (où on a observé une activité de chasse plus importante, cf. § III.3.3) via ce linéaire majeur.

Les autres groupes d'espèces sont trop peu représentés pour voir se dégager des tendances nettes.



Figure 9 : Allée de cèdres menant au Château de Cadarache (©O. Vinet)

Le même dispositif stéréo a été mis en place en juillet sur la lisière nord-est du massif (point B1, voir carte 2 page 16). Les données récoltées sur les 2 nuits d'inventaire ne permettent pas une interprétation aussi nette que pour l'allée de cèdres. Cela étant, et sans tenir compte de l'activité de chiroptères dont on n'a pas pu déterminer un sens de passage, la très légère dominance des contacts dans le sens nord-ouest >> sud-est en fin de nuit (figure 10) tend à confirmer l'hypothèse présentée précédemment (à savoir un retour des pipistrelles depuis le nord du massif – *plus favorable pour l'offre alimentaire* – vers le sud de la zone – *gîtes potentiels dans le bâti*).

Par ailleurs l'augmentation significative des contacts en fin de nuit, qui plus est sur un axe de déplacement clairement identifiable dans le paysage, fait également fortement penser à un flux de chiroptères en fin d'activité de chasse. Il conviendrait peut-être d'améliorer l'efficacité du script stéréo afin d'affiner la portion « autre » des 3 graphes présentés dans ce chapitre.

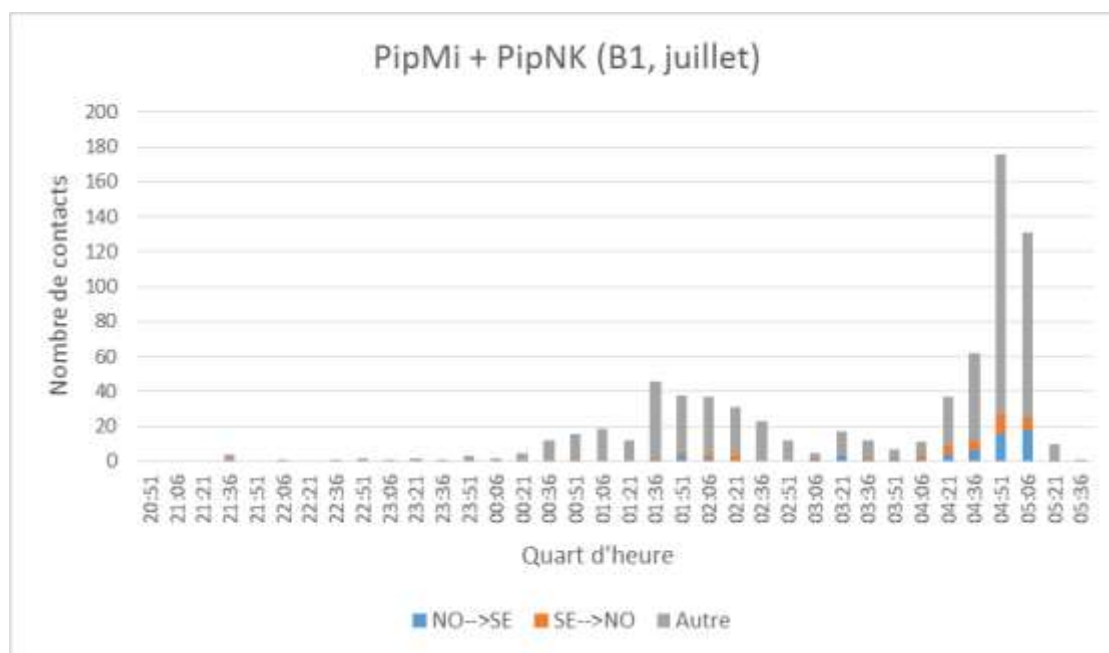


Figure 10 : Trajectoires des individus de pipistrelles contactés en B1 (données cumulées des 6 et 7 juillet)

III.2.3. Phénologie des taxons contactés le long des transects

Les deux cheminements ont été scindés en tronçons de 5 min pour l'exploitation des résultats. L'itinéraire suivi peut être visualisé sur la carte 7 (page suivante), associé au niveau d'activité enregistré sur chaque tronçon (en classes du nombre total de contacts toutes espèces confondues). La figure 11 donne un détail des groupes d'espèces contactés pour un des deux opérateurs (espèces similaires pour l'autre opérateur).

On constate un maximum d'activité sur la portion du transect qui longe la plateforme ITER défrichée. Il s'agit probablement d'individus en chasse dans cette zone. Le transect passe à proximité d'un des lampadaires faisant partie des installations ITER. Des pics d'activité de pipistrelles y sont enregistrés à l'aller comme au retour. Ces espèces sont connues pour chasser autour des lampadaires dans les zones urbanisées.

Des pics d'activité sont également enregistrés à l'extrémité est de la RD 952 (pics de 21h48-21h53 et 23h33-23h38).

Plus ponctuellement, quelques contacts de vespère de Savi (Hypsav) et de murins (Myosp) ont été enregistrés, respectivement vers 22h le long de la route et après 23h le long de la plateforme ITER (à l'écart de la zone éclairée) et sur la RD.

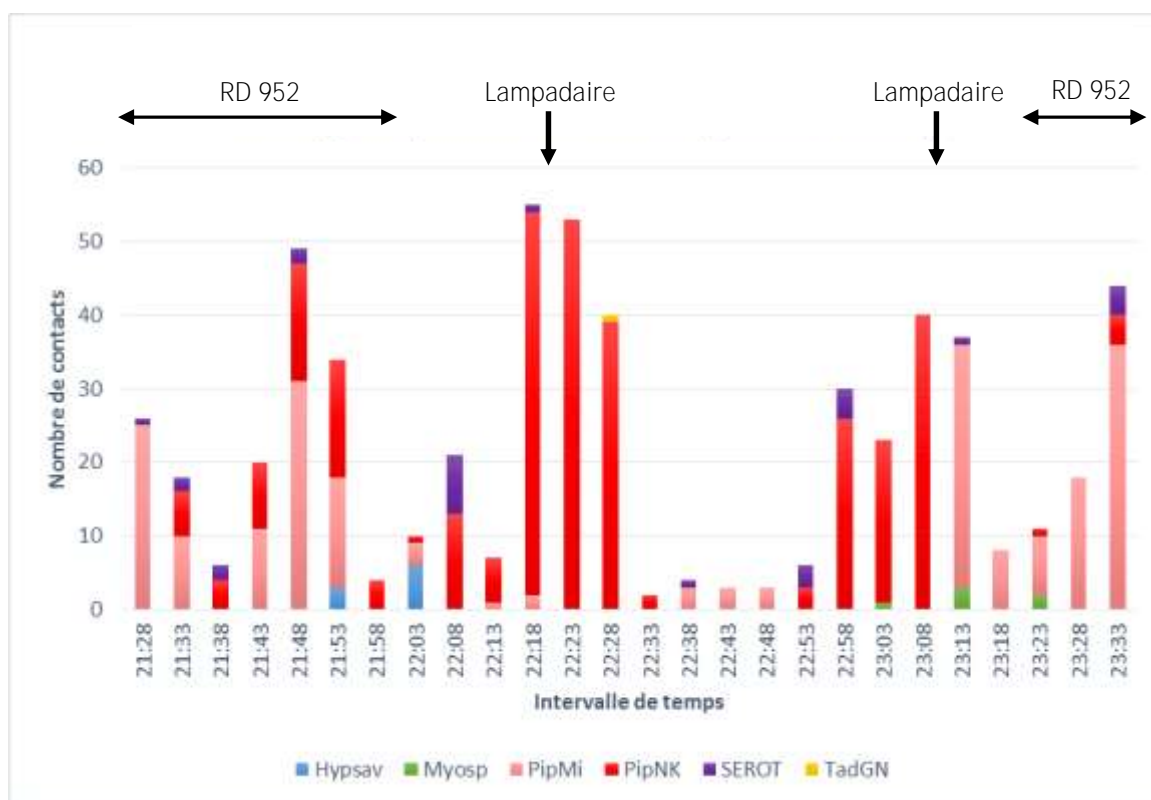


Figure 11 : Activité des taxons le long du premier transect (en nombre de contacts par intervalles de 5 min)

Carte n°7a

Activité le long du premier transect
Nb contacts par intervalle de 5 min

- < 5 contacts
- 5 à 14 contacts
- 15 à 34 contacts
- 35 à 44 contacts
- 45 et + contacts
- ★ Lampadaire



0 100 200 400 Mètres



Carte n°7b

Activité le long du second transect
Nb contacts par intervalle de 5 min

- < 5 contacts
- 5 à 14 contacts
- 15 à 34 contacts
- 35 à 44 contacts
- 45 et + contacts



0 100 200 400 Mètres



III.2.4. Recherche d'indices de traversée de la RD952 par les chiroptères

Les contacts enregistrés sur la portion des transects correspondant à la RD952 (approximativement parcourue entre 21h28 et 22h03 puis entre 23h23 et 23h38) ont été analysés plus finement afin de rechercher des indices de transit entre nord et sud traversant la route. On rappelle que sur ce tronçon, les cheminements ont été réalisés de front, de chaque côté de la route (entre 30 et 50m de distance). On espère que des individus identifiables ont pu être détectés successivement par l'un et l'autre SM2BAT™ de part et d'autre de la route. Cette configuration n'exclut pas la détection d'un même signal par les deux SM2BAT™ simultanément (cas constaté pour plusieurs noctules de Leisler en transit) ou le contact d'individus en chasse le long de la route. La masse des contacts de pipistrelles en chasse en lisière des peuplements a été mise de côté car inexploitable. Les autres contacts plus ponctuels obtenus sont des contacts de murins, de vespère de Savi, de noctule de Leisler, de sérotine commune et de « sérotules » indéterminées.

Au vu des heures d'enregistrement des séquences, il est probable que quelques-uns des individus contactés aient traversé la route (un murin de Daubenton ou de Capaccini, deux sérotines communes et peut-être deux autres sérotules). Toutefois, aucun de ces passages ne peut être solidement affirmé puisqu'il n'est jamais possible d'attribuer avec une certitude absolue deux signaux différents à un même individu.

Les deux séquences correspondant à une éventuelle traversée de la route par un murin ont été analysées grâce au logiciel BatSound. Le murin en question aurait été contacté par les deux SM2BAT™ à 23h23, au sortir du décroché ouest de la route. L'analyse a nécessité deux étapes :

Calage de l'horloge. Les deux SM2BAT™ employés n'ont pas pu être synchronisés sur le terrain avec une précision allant au-delà de la seconde. Il a donc été nécessaire d'effectuer une correction des heures d'enregistrement. Le décalage horaire entre les deux appareils a pu être connu précisément grâce à l'enregistrement simultané de séquences de signaux bien reconnaissables de noctule de Leisler.

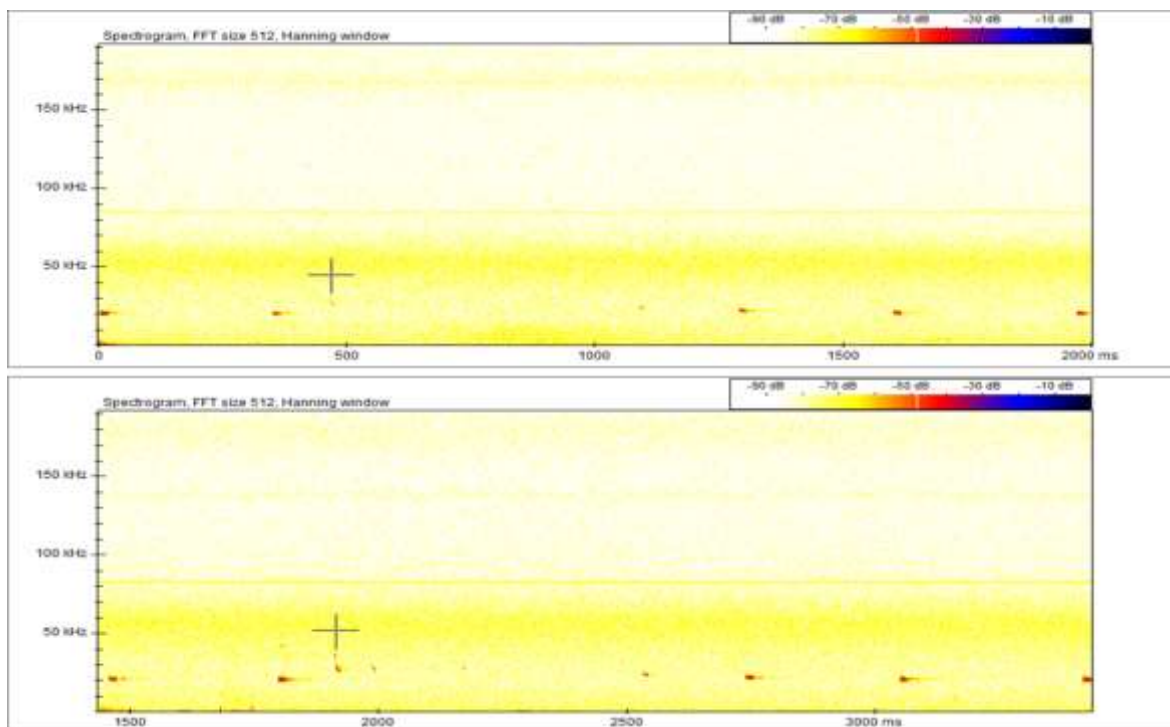


Figure 12 : Une même séquence de signaux de noctule de Leisler enregistrée par le SM2BAT™ d'O. Vinet (en haut) et celui de JC Gattus (en bas). Un signal en particulier a été utilisé pour la mesure du décalage grâce au curseur de mesure

Confrontation des deux séquences de murin. Une fois le calage horaire effectué, on constate que les trains de signaux du murin enregistrés par les deux SM2BAT™ se chevauchent dans le temps. Etant donné la portée de quelques mètres seulement des signaux sonar de murin et l'éloignement des deux SM2BAT™ sur cette portion du transect, il ne peut s'agir que de deux individus différents contactés à peu près au même moment de part et d'autre de la route.

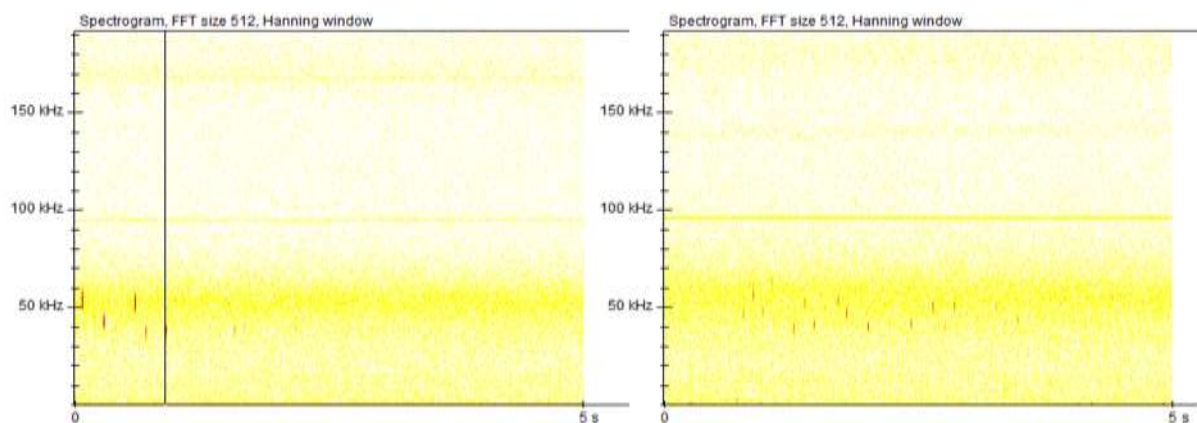


Figure 13 : La séquence acoustique de murin enregistrée par le SM2BAT™ d'O. Vinet (à gauche) et celle enregistrée par celui de JC Gattus (à droite). L'emplacement du curseur sur la séquence de gauche indique l'heure du début de la séquence de droite.

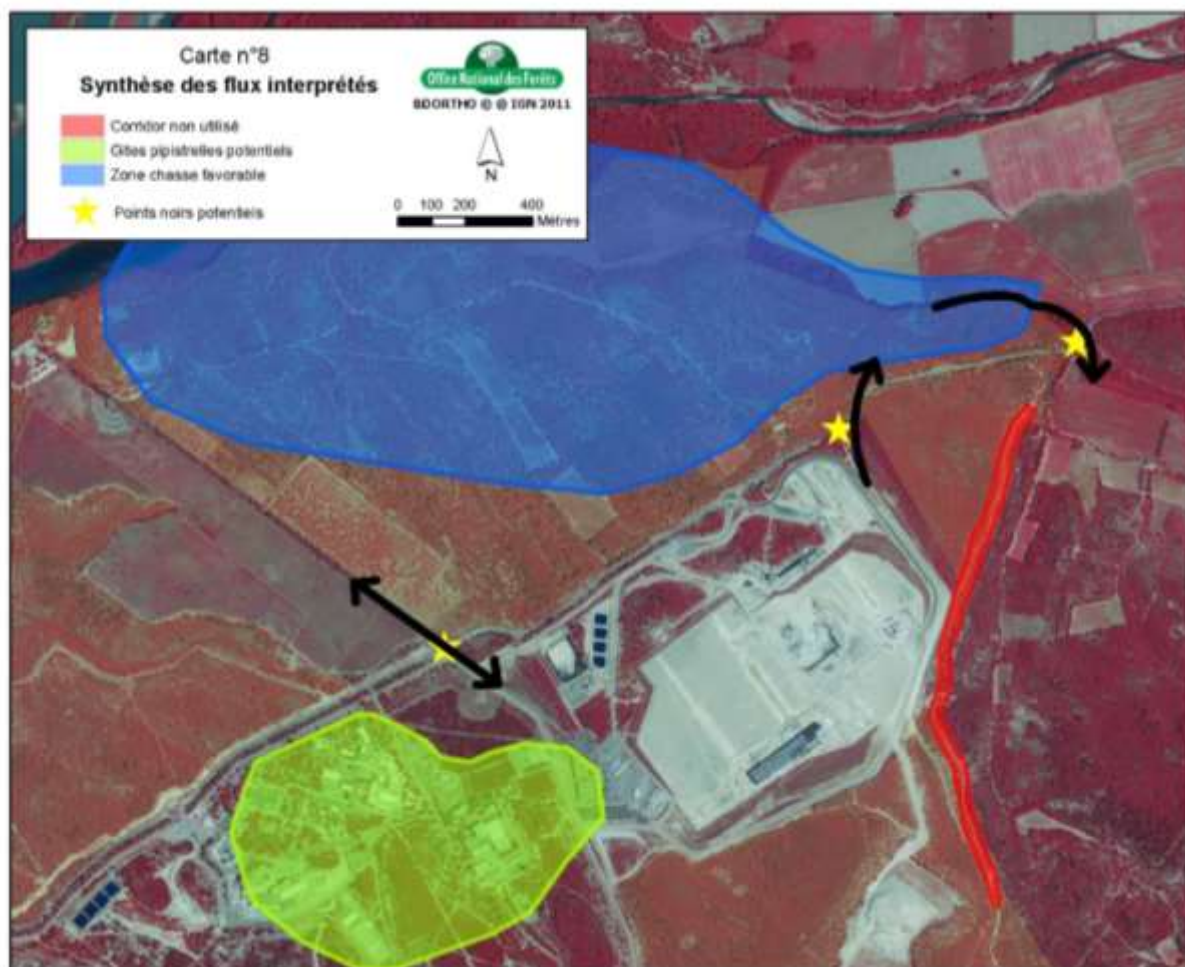
III.2.5. Synthèse et discussion sur l'analyse des flux

Les problématiques auxquelles nous cherchions à répondre concernaient à la fois les passages à risque pour les chiroptères le long de la RD 952 (points noirs) mais aussi les zones de transit utilisées préférentiellement par les chauves-souris sur un axe Nord/Sud.

En définitive, les moyens mis en œuvre lors de l'étude ont permis de dégager les éléments de réponse suivants :

- Les bandes de sécurité (pistes forestières) ne semblent pas constituer des corridors de déplacement privilégiés pour les chiroptères sur les zones intermédiaires entre le nord et le sud des 1 200 hectares ;
- Malgré des résultats plutôt ténus et des variations selon les saisons, il semble se dégager deux schémas de déplacement sur la zone étudiée (voir aussi carte 8, page suivante) :
 - o Flux Sud → Nord le long de l'allée de cèdres en début de nuit pour les pipistrelles puis flux inverse au petit matin. Ceci supposerait une zone de gîtes dans les nombreux bâtiments du CEA et un domaine de chasse au nord de la RD 952 ;
 - o Flux Sud → Nord en bordure de la plateforme ITER (cf. point B5) en début de nuit, puis retour par la route où a été posé le SM2 en B1 au petit matin.
- Aucune traversée de la RD 952 par des espèces jugées plus sensibles n'a été mise en évidence, mais les moyens déployés sont restés très limités.

Comme on peut le voir, de nombreuses questions se posent encore sur le sujet des flux de chiroptères dans et aux abords de la zone d'étude (y compris plus à l'Est). Ces questions sont abordées dans un paragraphe « Perspectives » en fin de rapport (chapitre IV.2).



III.3. Résultats des sessions d'étude acoustique sur points d'écoute (lots 1-A/2 et 1-B/1)

Cette section rapporte les résultats d'écoute obtenus lors des sessions de terrain, du 26 au 29 mai 2015 d'une part et du 6 au 9 septembre 2015 d'autre part.

La session de mai totalise 22 heures d'écoute réparties entre 3 observateurs sur 4 nuits. On comptabilise 1007 contacts en excluant les 1870 contacts de pipistrelles sur le bassin de rétention du barrage EDF (point E). Au moins 8 espèces ont été contactées à l'occasion de ces écoutes.

La session de septembre totalise également 22 heures réparties entre 3 observateurs sur 4 nuits. On dénombre cette fois-ci 787 contacts sur l'ensemble des points. 10 espèces ont été identifiées avec certitude au niveau spécifique, auxquelles s'ajoute une espèce d'oreillard sp.

Toutes les données relatives aux placettes « corridors » fournissent des éléments de réponse aux questions posées dans le lot 1-A/2 tandis que celles relatives aux placettes « matrice forestière » répondent aux questions du lot 1-B/1. Par souci de simplification et en raison du faible nombre de points au total, il nous a semblé préférable de traiter **l'ensemble de données dans une même partie.**

La synthèse des espèces identifiées est présentée au chapitre III.4.

III.3.1. Etude de l'influence des paramètres d'écoute sur l'activité observée

Parmi les facteurs abiotiques susceptibles d'influencer l'activité des chiroptères, ainsi que dans une moindre mesure leur détectabilité, ceux dont les variations ont été notables entre les différents points d'écoute réalisés ont été retenus : l'observateur, la nuit d'écoute, l'heure de début d'écoute depuis la tombée de la nuit, la température et l'hygrométrie.

Les principales corrélations étudiées sont celles entre variables quantitatives (température, hygrométrie et début de l'écoute) et les résultats obtenus toutes espèces confondues, exprimés en indice d'activité brute (nombre de contacts par heure) et indice d'activité standardisée (nombre de minutes positives). Le coefficient de corrélation utilisé est le coefficient de Spearman, plus robuste car ne faisant pas l'hypothèse d'une corrélation linéaire.

Tableau 9 : p-values des tests de corrélation pour la session 1 en mai.

p-value	température	hygrométrie	début d'écoute	activité	activité std
température		*** 6.045E-05	*** 7.18E-06	* 0.02346	* 0.04201
hygrométrie			* 0.04578	* 0.002682	** 0.001976
début d'écoute				0.4253	0.5741

Tableau 10 : p-values des tests de corrélation pour la session 2 en septembre

p-value	température	hygrométrie	début d'écoute	activité	activité std
température		*** 2.245E-08	*** 2.079E-06	0.1952	0.2809
hygrométrie			*** 9.611E-06	0.3479	0.5457
début d'écoute				0.4281	0.5706

*** = corrélation hautement significative ($p < 0,001$) ; ** = très significatif ($p < 0,01$) ; * = significatif ($p < 0,05$)

On constate que la température et l'hygrométrie sont corrélées entre elles ainsi qu'à l'heure de début d'écoute (en minutes depuis le coucher du soleil). Ceci est valable pour les deux sessions.

En mai, elles sont également corrélées aux indices d'activité, ce qui n'est pas le cas du début de l'écoute. On peut supposer que la température diminue au fur et à mesure que la nuit avance mais varie aussi principalement suivant la microtopographie du point d'écoute. Les températures enregistrées aux différents points d'écoute varient entre 7 et 19°C. L'activité diminuant avec la température est un résultat attendu.

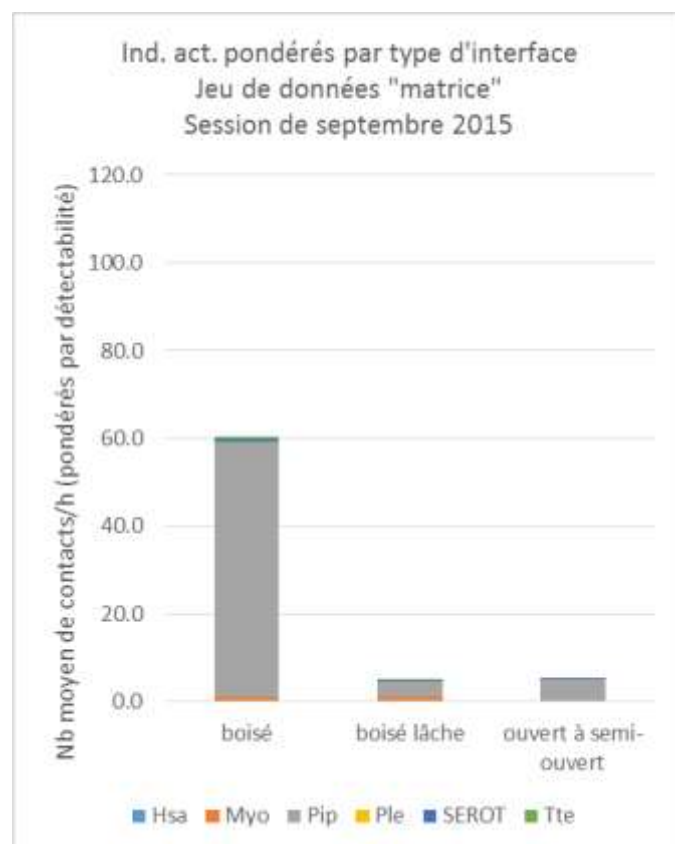
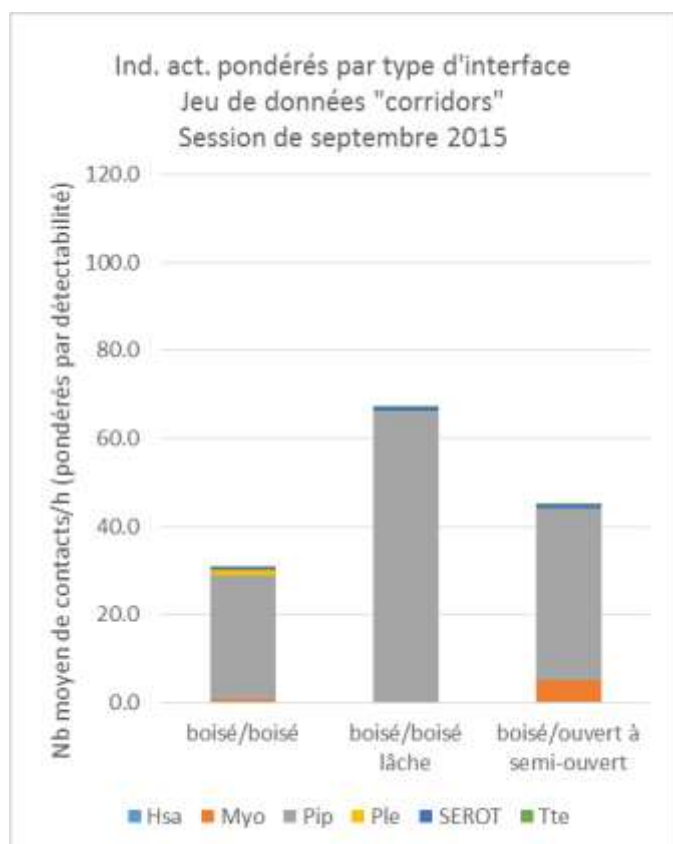
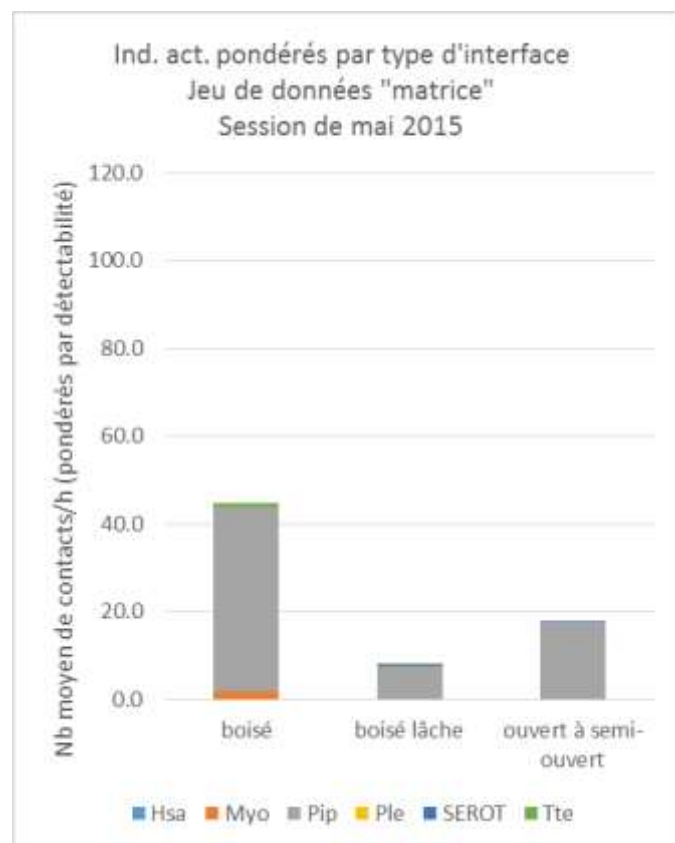
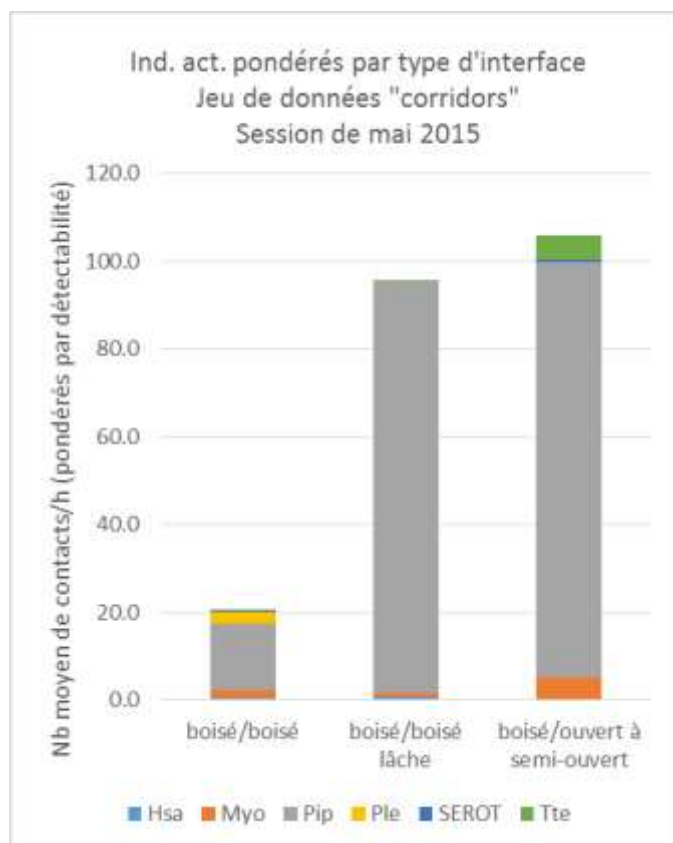
En septembre, un peu étonnamment, on ne retrouve pas les corrélations avec l'activité. C'est d'autant plus étonnant que les températures mesurées couvrent une amplitude relativement similaire à celle du mois de mai (8 à 18°C).

En définitive, la non influence directe de l'heure d'écoute sur les résultats contribue à valider le déroulement des sessions mis en œuvre (6 points d'écoute de 30 minutes par soirée).

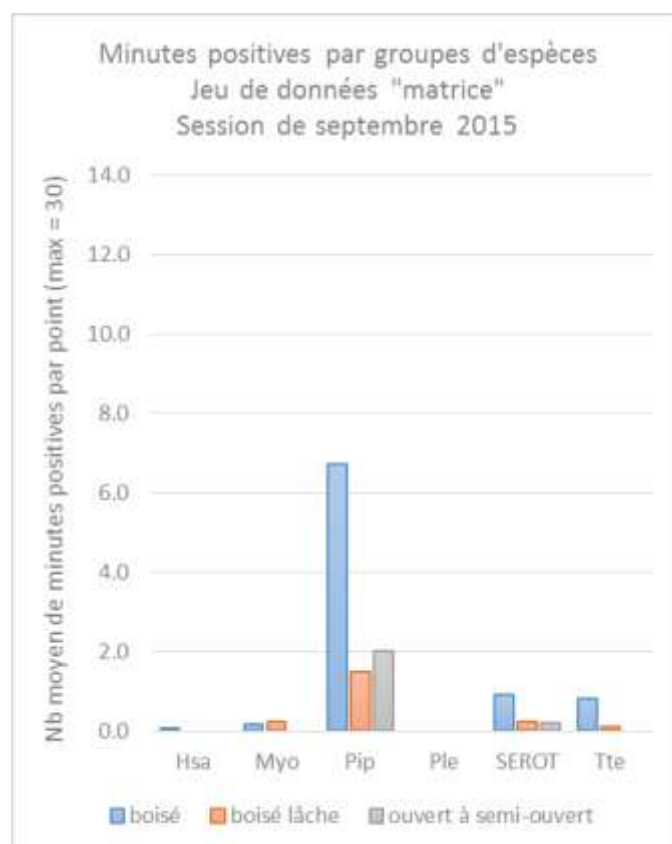
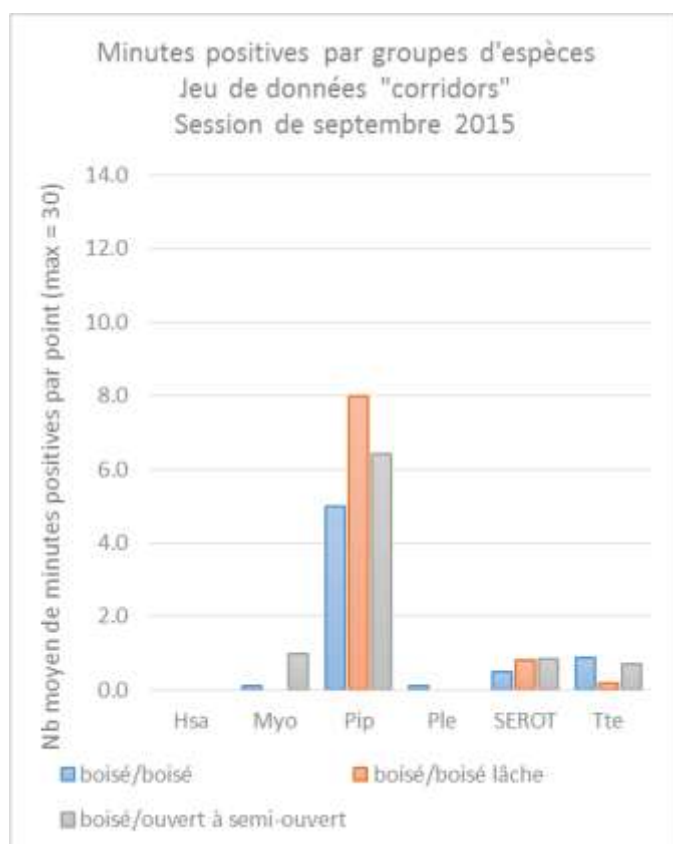
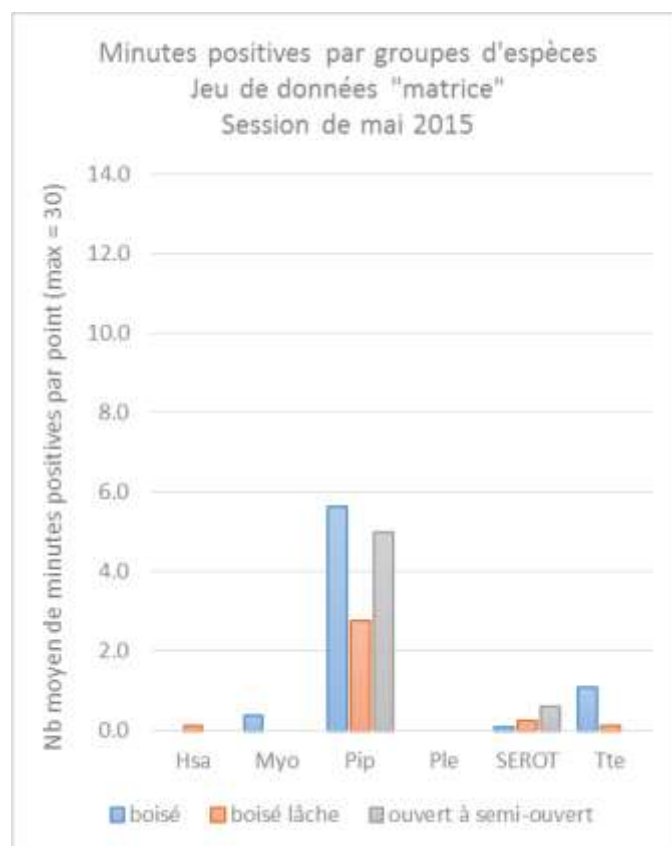
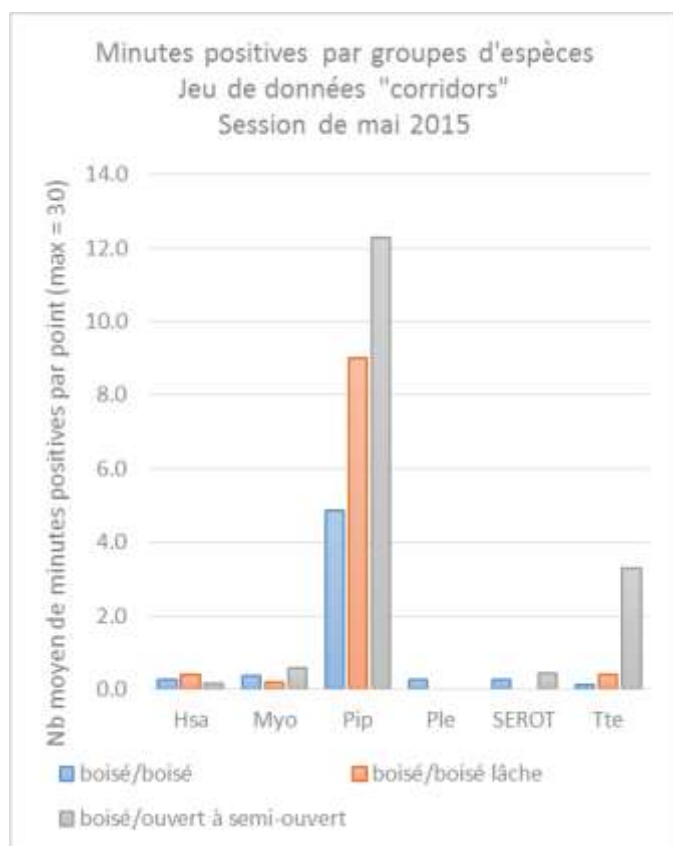
III.3.2. Structure du milieu et activité des chiroptères

Les graphiques ci-après présentent les indices d'activité pondérée (par la détectabilité) et standardisée (par nombre de minutes positives) obtenus en fonction de la structure du milieu.

A noter que le point E a été retiré du jeu des données d'activité pondérée pour la session de mai, le nombre de contacts observé étant « hors normes » par rapport aux autres zones ce soir-là. Pour l'indice l'activité standardisé, nous l'avons conservé car il plafonne simplement à 30 (point de 30 minutes d'écoute), ce qui ne perturbe pas l'analyse des résultats.



Figures 14a à 14d : Indices d'activité pondérés selon le type d'interface et à différentes saisons



Figures 15a à 15d : Indices d'activité standardisés selon le type d'interface et à différentes saisons

On constate que le groupe des pipistrelles (Pip) et dans une moindre mesure le molosse de Cestoni (Tte) et les sérotules (SEROT) sont responsables de l'essentiel de l'activité observée.

En mai, il apparaît que l'on relève deux fois plus de contacts sur les corridors que dans la matrice forestière. En septembre, la différence entre corridors et matrice n'est plus aussi nette, en particulier pour les milieux boisés. Cela dit, quand on considère la moyenne globale des contacts, la préférence pour les corridors reste affirmée, même en septembre. Ceci est assez cohérent dans la mesure où le groupe des pipistrelles prédomine dans notre jeu de données et que les pipistrelles sont connues pour affectionner les contextes de lisière.

Par ailleurs pour les milieux d'interface, quelle que soit la saison, les chiroptères semblent favoriser des lisières externes entre des milieux boisés et des milieux ouverts à semi-ouverts (y compris boisés lâches), aux lisières internes entre deux peuplements (type piste). La seule exception à cette règle concerne le groupe des oreillards qui a uniquement été contacté, pour les points en corridor, sur des lisières internes aux boisements.

Parallèlement, les préférences en termes d'habitats de chasse (matrice) vont apparemment aux milieux boisés ; cette tendance étant encore plus marquée en septembre qu'en mai. On note ainsi que les milieux ouverts sont très clairement délaissés par les chiroptères, au profit des autres types de milieux.

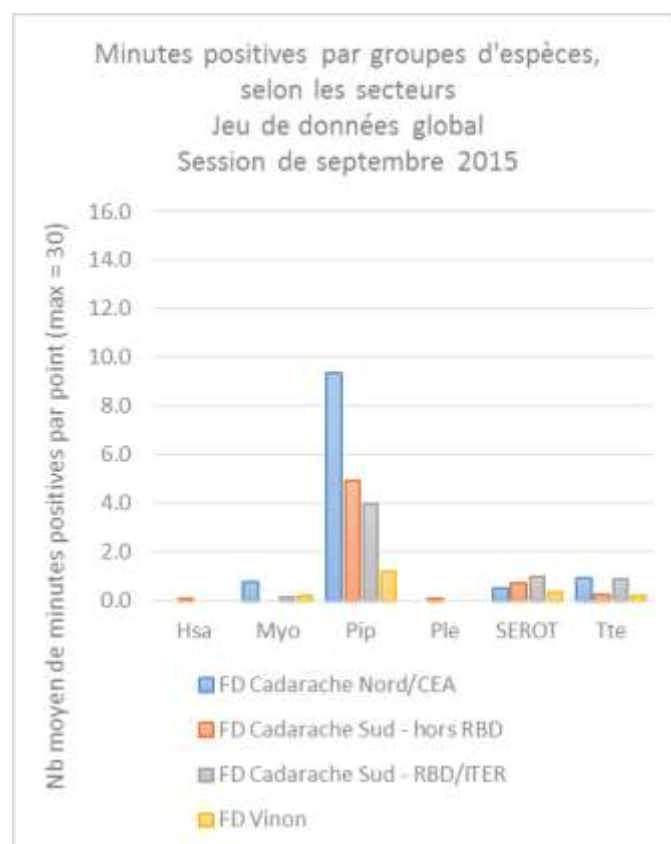
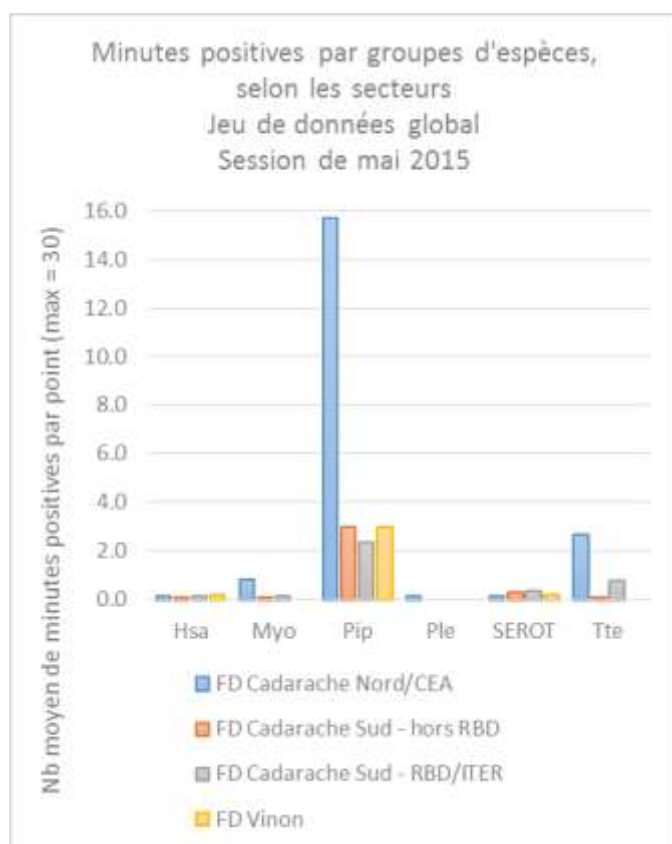
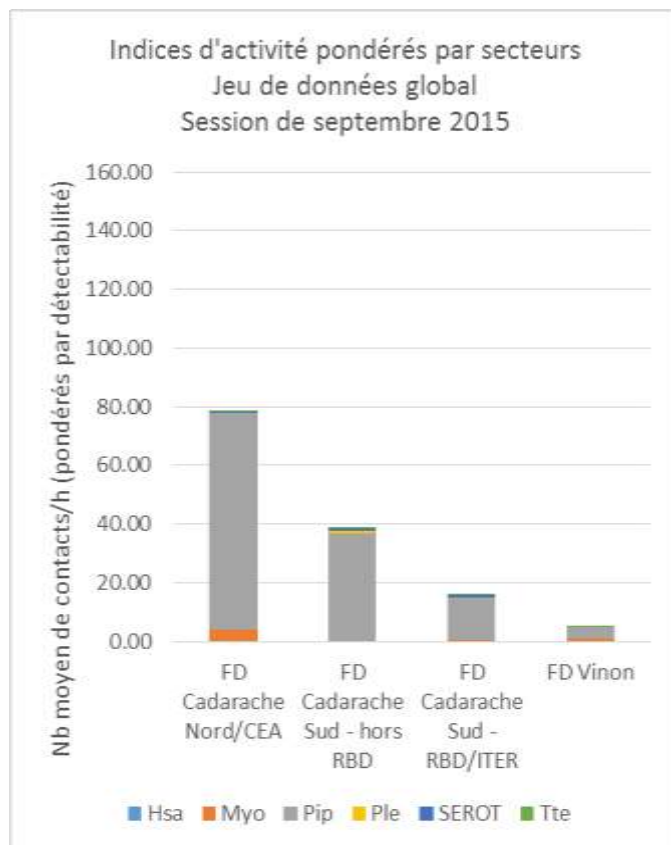
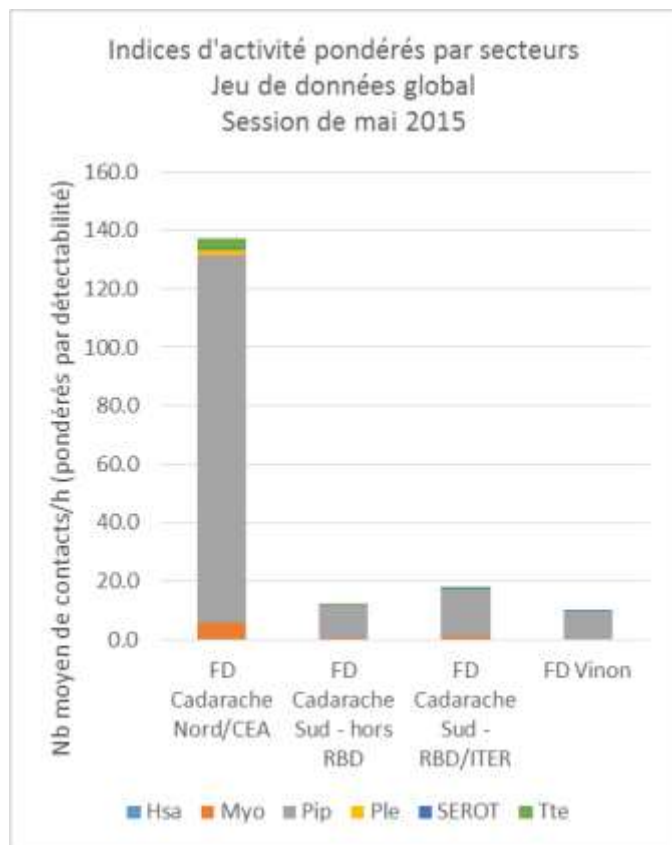
Enfin, si on regarde les espèces les plus forestières, à savoir les murins et les oreillards (en faisant abstraction des « sérotules »), il n'est pas facile de sortir des tendances fiables sur l'utilisation de l'espace. Les occurrences les concernant sont trop faibles pour aboutir à des interprétations tranchées.

Pour valider ces tendances, des tests statistiques ont été employés. Il s'agit principalement d'ANOVA de type 1 à partir d'un modèle linéaire généralisé (GLM) de type binomial appliqué aux données de minutes positives toutes espèces confondues. Les différents tests confirment les effets significatifs de la structure du milieu ou du type de point sur l'indice d'activité standardisé, que ce soit à une saison donnée ou sur l'ensemble du jeu. On retrouve ces mêmes effets significatifs lorsque l'on s'intéresse aux minutes positives du groupe des pipistrelles ou du molosse. Comme on pouvait s'y attendre, les autres groupes ne permettent en revanche d'aboutir à aucune conclusion, étant donné la faible quantité de données les concernant.

Néanmoins nous ne pouvons pas réellement approfondir l'exploitation statistique du jeu de données, dans la mesure où l'effort d'échantillonnage d'une part mais aussi l'activité constatée sont restés trop faibles.

III.3.3. Les différences d'activité entre secteurs de la zone

Pour cette partie, nous avons regroupé tous les points des deux types de milieux (interfaces et matrice), les tendances observées étant quasiment similaires sur les deux jeux de données.



Figures 16a à 16d : Indices d'activité (pondérés et standardisés) selon le secteur et à différentes saisons

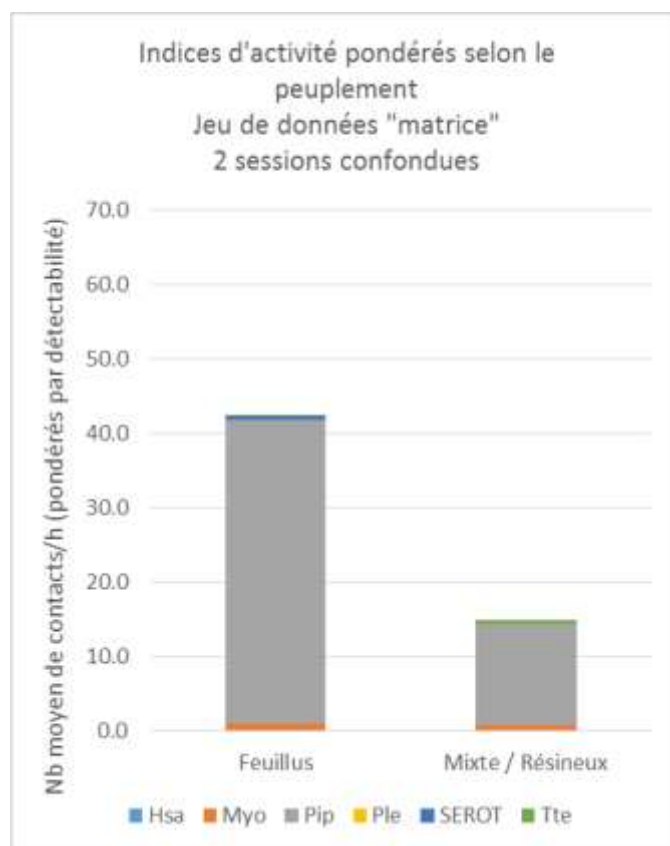
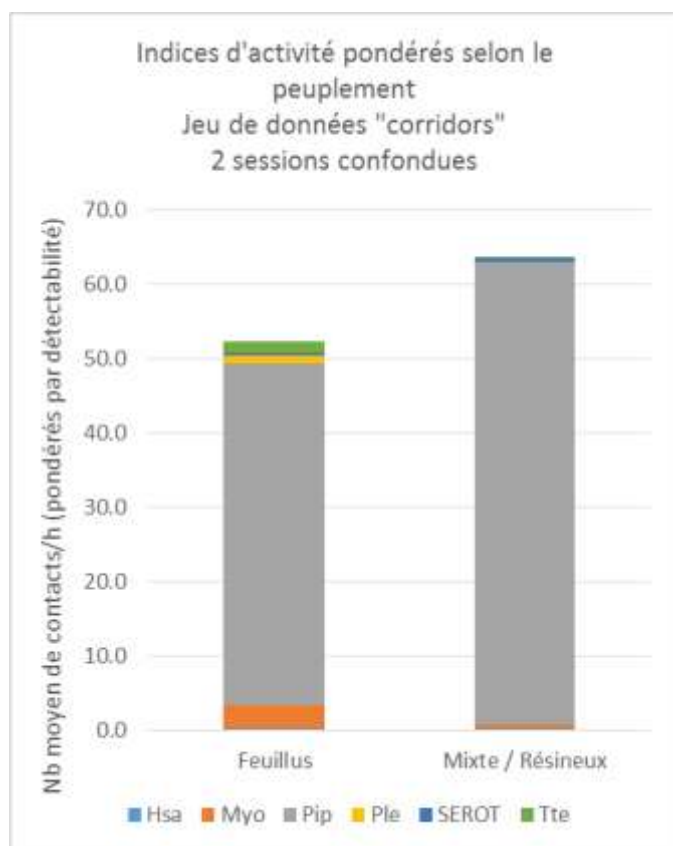
Comme attendu le secteur nord, qui présente la meilleure intégrité écologique, concentre la majeure partie des contacts.

En septembre, la préférence pour le secteur nord est moins tranchée, mais reste valable (en particulier pour le groupe des *myotis*). Il serait tout-de-même intéressant d'étudier plus finement les raisons qui expliquent cette augmentation de l'attractivité de la zone sud de Cadarache pour les pipistrelles en fin de saison.

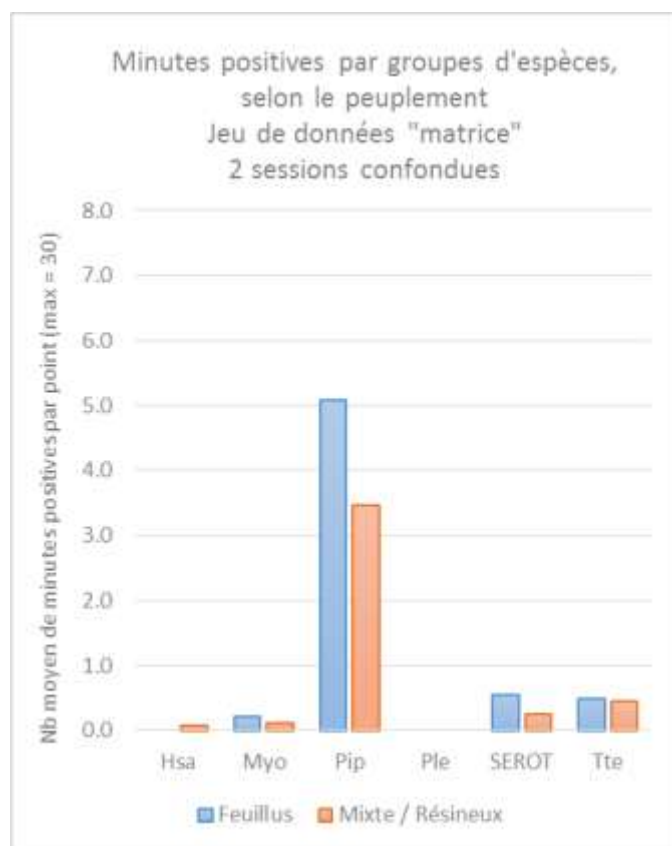
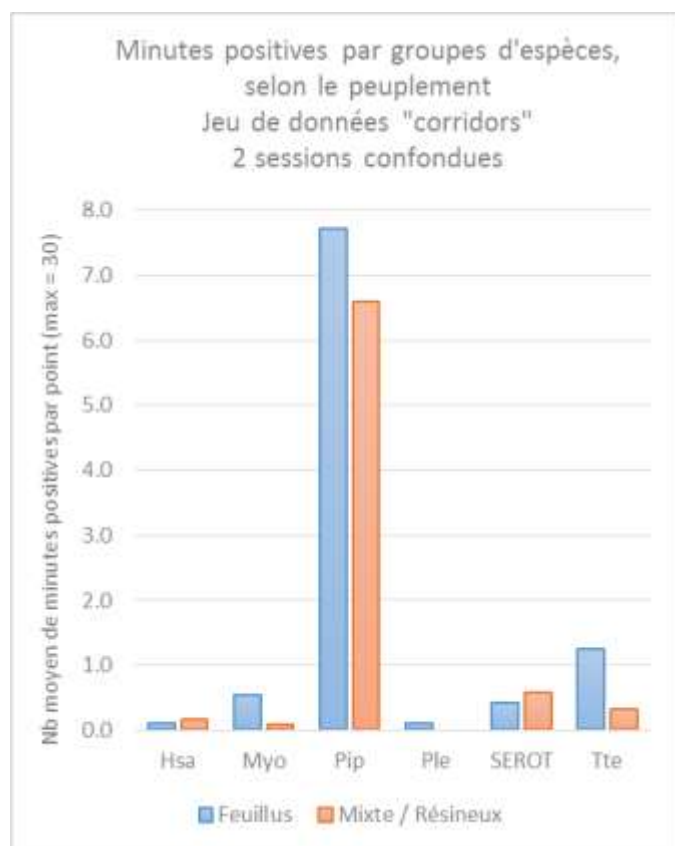
Pour le mois de mai, les tests d'ANOVA 1 (selon les mêmes modalités que précédemment) confirment l'effet significatif du secteur, que ce soit pour l'ensemble des chiroptères (p-value : < 2.2e-16) mais aussi pour le seul groupe des *myotis* (p-value : 0,0003594). Ces effets restent valables en septembre et sont encore plus nets si on combine les données des deux sessions, en particulier pour les *myotis* (p-value : 1,876E-06).

III.3.4. Activités et essences en place

Cette fois-ci, c'est l'effet saison qui ne semble pas jouer sur les résultats. En conséquence, nous avons regroupé dans les graphes qui suivent l'ensemble des données sur les deux sessions. En revanche, nous avons laissé la distinction entre jeu de données « corridors » et jeu de données « matrice ».



Figures 17a et 17b : Indices d'activité pondérés selon la composition majoritaire sur le point



Figures 17c et 17d : Indices d'activité standardisés selon la composition majoritaire sur le point

Les peuplements uniquement feuillus ont l'air davantage fréquentés que les peuplements mixtes, et ceci principalement dans les milieux de corridor. Au niveau des espèces, c'est aussi dans cette même catégorie (corridors feuillus) que l'on distingue la plus grande diversité d'espèces.

On obtient là encore avec les tests d'ANOVA 1 un effet significatif de la nature des essences.

Cela étant il aurait été souhaitable, parmi les essences feuillues, de pouvoir distinguer le chêne pubescent du chêne vert. En effet, il est fortement probable que les chiroptères n'aient pas du tout le même comportement vis-à-vis du chêne vert que de tous les autres feuillus. Mais l'effort d'échantillonnage n'était pas suffisant pour tirer des conclusions robustes relatives à cette question plus fine d'essence (trop peu de points dans des peuplements « purs » de ces deux essences respectives).

III.3.5. Comparaison avec la campagne du GCP en 2009

En 2009, lors de son inventaire des chiroptères, le GCP a réalisé 50 points d'écoute de 30 minutes selon le même protocole que celui implanté en 2015 (MCD30). Pour l'analyse, nous n'avons pas pu intégrer ces points dans notre jeu de données étant donné certaines hétérogénéités de réalisation (matériel plus diversifié, pas de répétition systématique aux deux saisons, choix des sites échantillonnés, durée parfois réduite à 20 minutes sur le point).

A titre d'exemple, la répartition des points par saison et par secteur (sur la base des mêmes découpages qu'en 2015) se présente ainsi :

Tableau 11 : Nombre de points MCD30 réalisés par saison et par secteur en 2009

Secteur	Printemps (juin)	Fin été (sept / octobre)	Dont nb de points identiques aux 2 saisons
FD Cadarache Nord/CEA	12	4	0
FD Cadarache Sud - RBD/ITER	6	9	0
FD Cadarache Sud - hors RBD	4	5	2
FD Vinon	5	5	5

(en jaune, présence de points de 20 minutes)

Néanmoins nous pouvons comparer, à six ans d'intervalle, les niveaux d'activité recensés pour les deux inventaires, au global. Sur le graphique suivant nous pouvons voir que le niveau d'activité est plus important en 2015 qu'en 2009. Cette augmentation reflète une importante hausse de l'activité des pipistrelles mais cache une relative baisse de l'activité de certains autres taxons. On peut voir en particulier que les indices d'activité des *plecotus* et du vespère de Savi ont diminué. Les indices d'activités des autres taxons restent faibles.

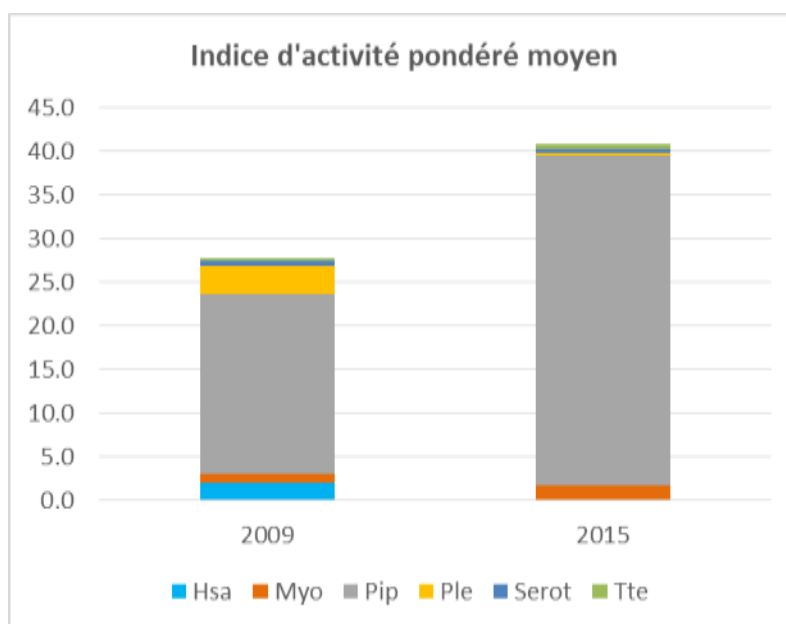


Figure 18 : Indices d'activité pondérés comparés entre les inventaires de 2009 et 2015

Pour aller un peu plus loin, et même si ces graphiques doivent être analysés avec précaution (cf. remarques plus haut), nous avons distingué les résultats selon les saisons et les secteurs.

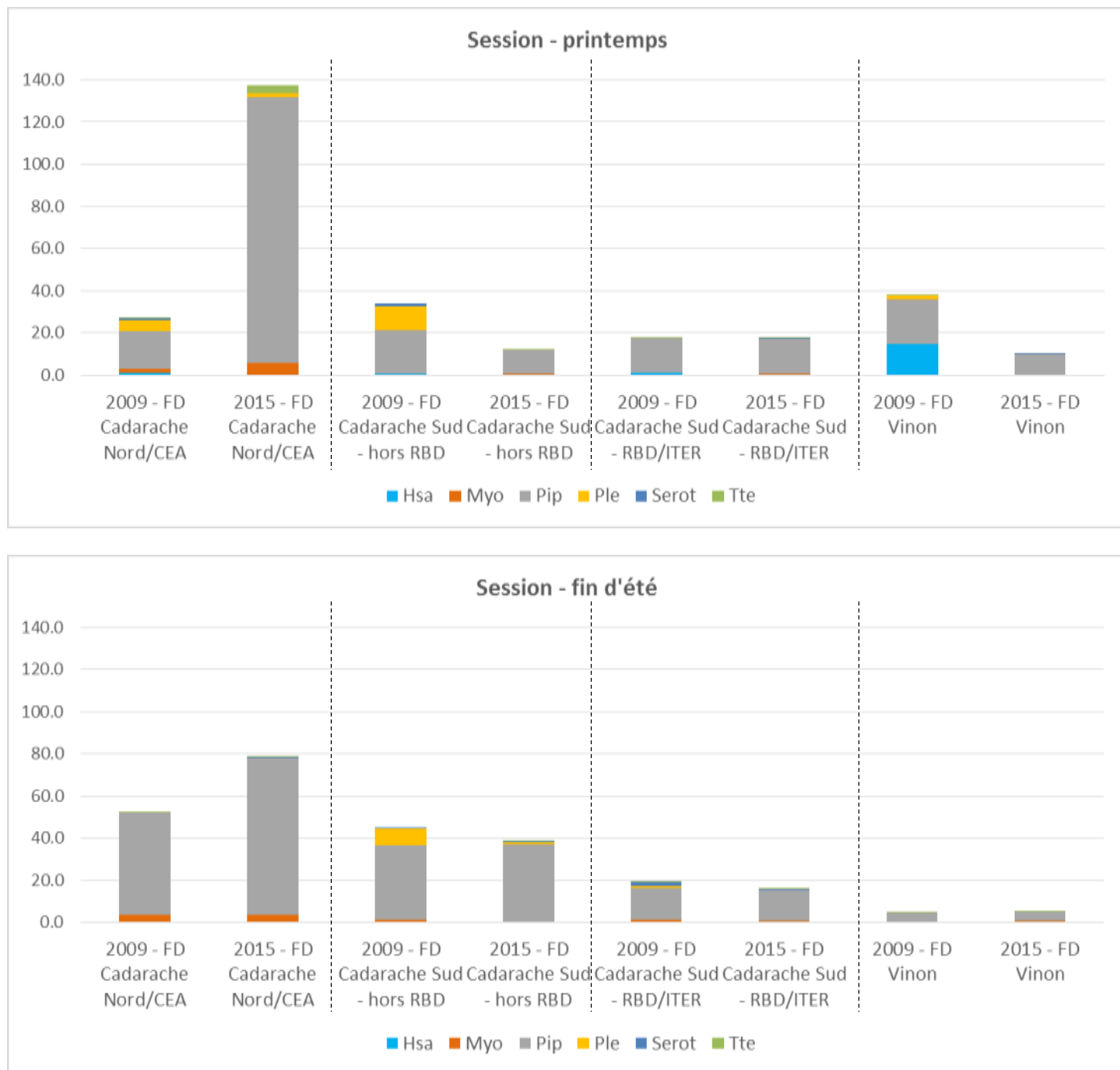


Figure 19 : Indices d'activités pondérés moyens par saison et par secteur

Il ressort de ces graphiques que, pour l'inventaire de 2009, les niveaux d'activités moyens ne sont pas déséquilibrés en faveur du secteur nord, contrairement aux données de 2015, en particulier au printemps. C'est principalement à cette saison et dans ce secteur de la zone d'étude que la plus grande différence entre les deux inventaires a été observée. L'écart entre les deux moyennes générales de la figure 18 s'explique essentiellement par ces points, dans la mesure où l'activité semblait même légèrement supérieure en 2009 sur tous les autres secteurs.

L'hypothèse d'une recolonisation progressive des 1 200 ha du Plan de gestion depuis le secteur nord, a priori le plus attractif pour les chauves-souris, apparaît vraisemblable. Il conviendra de garder ces résultats à l'esprit lors du prochain suivi des chiroptères sur le site afin de valider ou d'infirmer cette hypothèse.

En termes de diversité spécifique on note peu de différence entre la richesse spécifique de 2009 et celle de 2015. Seule la barbastelle d'Europe n'a pas été recontactée sur le site.

Néanmoins, nous rappelons que ces interprétations sont à considérer avec précaution dans la mesure où les protocoles d'inventaires n'étaient pas exactement similaires (cf. plus haut) et où cette analyse succincte ne prend aucun autre paramètre en compte (température, hygrométrie, saisonnalité, type de milieu inventorié, etc.).

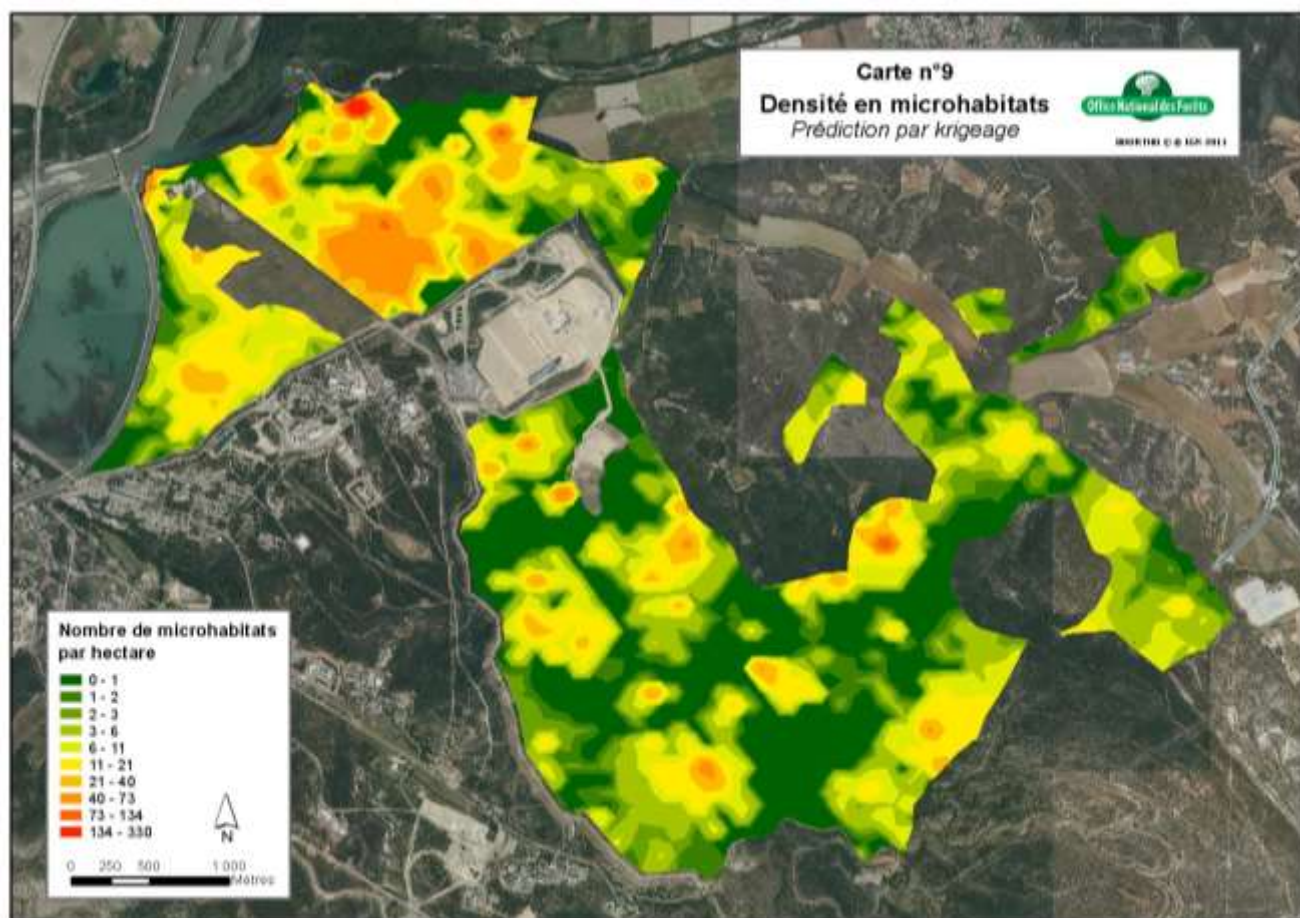
III.3.6. Synthèse et discussion

L'observation des résultats des écoutes et les tests statistiques permettent d'identifier des effets significatifs de la structure du milieu, du secteur et de la nature des essences sur l'activité des chiroptères. Toutefois, ces constats sont le fait de deux groupes d'espèces principaux : les pipistrelles et le molosse de Cestoni, qui représentent à eux seuls plus de 90% de l'activité mesurée sur le site. Les données récoltées concernant les autres groupes sont insuffisantes pour dégager des résultats statistiques. Pipistrelles et molosse n'ont pas de caractère forestier très marqué. Les premières sont des espèces ubiquistes qui utilisent de manière opportuniste les lisières et sous-bois forestiers pour la chasse, tandis que le molosse évolue bien au-dessus de la canopée, indifférent aux milieux survolés (Tillon, 2008). Ces espèces ne sont donc pas au cœur des enjeux du site de Cadarache. Pour les gîtes, seules les pipistrelles peuvent occuper des microhabitats forestiers. Mais ça n'est pas systématique et la présence de nombreux bâtiments à proximité (sur le site du CEA) fournit également une offre adaptée à ces espèces anthropophiles.

Parallèlement, le faible nombre de points d'écoute effectués ne permet pas d'analyses statistiques fines ni l'élaboration de modèles plus complets. Les analyses sont pourtant exposées à la confusion des effets, au vu du dispositif employé (cf. §II.2.2.3). En outre, le modèle décrivant l'activité d'après le secteur présente un AIC bien plus faible que les deux autres. Le secteur du point d'écoute serait donc la variable expliquant le mieux l'activité observée.

Une étude portant sur les dendromicrohabitats présents à Cadarache a été menée en 2015 par Solène Du-Puy (ONF, 2015). Cette étude a abouti à la cartographie des densités en microhabitats, obtenue par krigeage sur la zone de 1 200 ha (carte 9). Les densités plus élevées constatées dans la zone nord pourraient contribuer à expliquer l'activité plus forte dans ce secteur.

D'avis d'experts, les niveaux d'activité observés sur le site aux deux saisons sont relativement faibles. Ce constat n'a pas pu être étayé puisqu'il n'existe pas à l'heure actuelle de référentiel d'activité pour la zone méditerranéenne qui puisse s'adapter au protocole d'écoute utilisé. Le seul référentiel disponible, « actichiro » (Haquart, 2013), nécessite plusieurs nuits complètes d'enregistrement (voir plus loin, § III.7).



III.4. Synthèse des résultats obtenus par la méthode acoustique

A l'issue de la session d'écoutes actives et des diverses nuits d'enregistrement passif, 14 espèces de chiroptères ont été identifiées avec certitude sur la zone de 1 200 ha :

- Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) ;
- Vespère de Savi (*Hypsugo savii*) ;
- Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) ;
- Murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*)⁵ ;
- Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)⁶ ;
- Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) ;
- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisler*) ;
- Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) ;
- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ;
- Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) ;
- Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) ;
- Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) ;
- Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) ;
- Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*).

D'autres espèces ont possiblement été contactées, quoique leur identification reste incertaine par la méthode acoustique. 4 espèces sont concernées, dont la détection est de probable à douteuse :

- Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*)⁷ → très probable ;
- Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)⁸ → probable ;
- Grand murin (*Myotis myotis*)⁹ → possible à probable ;
- Petit murin (*Myotis oxygnathus*)¹⁰ → douteux.

Dans le cas de contacts d'oreillards, une séquence peut être attribuée avec certitude à l'oreillard gris. Pour toutes les autres, seul le genre *Plecotus* a pu être déterminé. Les deux autres espèces restent donc potentielles, même si on imagine que l'oreillard gris est prédominant sur la zone :

- Oreillard roux (*Plecotus auritus*) / Oreillard montagnard (*Plecotus macrobullaris*).

Cela étant, la pose des SM2 pour le lot 1/A a engendré la récolte d'une très grande quantité de données acoustiques. Dans le cadre de l'étude, le traitement de toutes ces données est resté partiel (détermination des séquences uniquement au groupe d'espèces, dans la plupart des cas).

En complément, deux SM2 ont été posés pendant deux nuits (8 et 9 juillet 2015), hors protocole : un au niveau du point d'écoute 13CAD-T et du spot de capture 3, l'autre dans la chênaie du Nord. Concernant le groupe des *Myotis*, il y aurait probablement des découvertes à faire en analysant plus finement les données de tous les SM2. C'est ainsi en regardant très succinctement le jeu de données d'un SM2 hors protocole que nous avons découvert la séquence de murin de Bechstein.

⁵ Une séquence typique avec absence de pic basse fréquence très longue durée. 2 autres séquences moins certaines.

⁶ Séquences de cris sociaux typiques.

⁷ Les mesures de signaux ne permettent pas de discriminer *Myotis daubentonii* de *Myotis capaccinii*.

⁸ Plusieurs séquences avec absence de pic ou amorce haute fréquence, correspondant à *Myotis emarginatus*, *Myotis alcathoe* ou *Myotis mystacinus*. A chaque fois, ça tend plus vers l'émarginé, mais sans certitude absolue.

⁹ Séquence avec signaux de forme un peu convexe, *Myotis nattereri* probable mais murin de grande taille possible. Une autre séquence plus nette en absence de pic moyenne fréquence, durée élevée, FME et LB faibles (env. 33 à 35 kHz).

¹⁰ Séquences avec claquements bas très rapides, *Myotis nattereri* très probable mais *Myotis oxygnathus* n'est pas exclu.

Le point marquant à relever concerne la barbastelle d'Europe. Malgré l'important volume de données acoustiques accumulé pour l'étude, à trois saisons distinctes, aucun indice de présence de cette espèce n'a émergé. Or il s'agit d'un taxon plutôt aisé à identifier par l'intermédiaire de son sonar très caractéristique. Le déploiement de tous les SM2 sur la zone aurait pu faciliter sa (re-)découverte. La question se pose donc du statut de cette espèce sur les 1 200 ha du Plan de Gestion. Actuellement, nous n'avons aucune preuve de sa présence, même ponctuelle.

En définitive, les 18 espèces citées ci-dessus sont toutes listées dans l'arrêté préfectoral du 3 mars 2008 portant dérogation à l'interdiction de destruction de spécimens d'animaux protégés ; la 19^{ème} espèce listée dans l'arrêté n'étant autre que la barbastelle d'Europe.

III.5. Résultats de la session de capture et du radiopistage (lot 1-B/2)

III.5.1. Résultats des captures

Au total, seulement 12 individus appartenant à 5 espèces ont été capturés en 7 nuits de capture et 9 spots, malgré une pression de capture globalement assez forte.

Les espèces capturées sont les suivantes :

- Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) (2 individus) ;
- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) (3 individus) ;
- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) (2 individus) ;
- Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) (4 individus) ;
- Oreillard gris (*Plecotus austriacus*) (1 individu).



Figure 20 : Noctule de Leisler (©O. Vinet)

Tableau 12 : Données relatives aux individus capturés (spot et n° filet : cf. tableau 7 pages 22 à 25)

Spot	Date	Heure capture	n° Filet	Taxon	Sexe	Age	Statut repro.	Poids (g)	AB (mm)	D3 (mm)	D5 (mm)	Parasites	Blessures	Comment.
1	29/06/2015	22:00	6	<i>Nyctalus leisleri</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	11.5	41.8	78	49			
1	29/06/2015	22:40	1	<i>Nyctalus leisleri</i>	Mâle	Immature	VNA: Vierge non actif	12	44.4	78	50			
2	29/06/2015	23:55	1	<i>Myotis daubentonii</i>	Femelle	Juvenile	IMM: Immature	7	36.1			nombreux parasites	aucune blessure	Emetteur 150.007 Hz
2	29/06/2015	00:00	2	<i>Myotis daubentonii</i>	Mâle	Juvenile	IMM: Immature	7.4	36.7			nombreux parasites	aucune blessure	
3	30/06/2015	00:10	1	<i>Plecotus austriacus</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	6.8	39.3	70	55			
4	01/07/2015	Chiroptères : Aucune observation												
5	01/07/2015	22:00	2	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mâle	Adulte	AAC: Adulte actif	4.7	30.3	52.5	39.5	parasites orangés sur les deux ailes	aucune blessure	
5	01/07/2015	22:15	2	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mâle	Adulte	AAC: Adulte actif	4.9	29.2	50	37	parasites orangés sur les deux ailes	aucune blessure	
5	01/07/2015	23:35	2	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Femelle	Adulte	ALL: Allaitante	8.4	35.1			aucun parasite	aucune blessure	
6	02/07/2015	Chiroptères : Aucune observation												
7	05/07/2015	23:45	1	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	6.7	33.9			aucun parasite	aucune blessure	
8	07/07/2015	23:20	2	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	5.1	28.4	51	37.5	qq parasites sur plagiopatagium aile D	aucune blessure	
8	07/07/2015	23:25	2	<i>Nyctalus leisleri</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	18.75	43.1			aucun parasite	ancienne cicatrice plagiopatagium aile G	
8	07/07/2015	23:35	1	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mâle	Adulte	ANC: Adulte non actif	5.1	28.2	49.5	37	aucun parasite	aucune blessure	
9	09/07/2015	Chiroptères : Aucune observation												

III.5.2. Comparaisons aux données GCP de 2009

Des sessions de captures avaient auparavant été réalisées sur le site en 2009 par le GCP, dans le cadre de l'inventaire (GCP, 2009). Ces captures s'étaient déroulées sur 4 nuits et 3 spots de capture. Les sessions avaient eu lieu début juin, fin septembre et début octobre dans un secteur comparable (espaces naturels ITER et dans le périmètre de la RBD de la Castellane).

Ces sessions avaient permis la capture des espèces suivantes :

- Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) (1 individu) ;
- Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) (3 individus) ;
- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) (1 individu) ;
- Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) (1 individu) ;
- Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) (10 individus).

Soit un total de 16 individus de 5 espèces. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux de 2015. D'avis d'expert, il semblerait que les captures en plaine en région PACA soient généralement moins fructueuses qu'ailleurs (hors grands cours d'eau et cavités).

III.5.3. Recherche de gîtes de reproduction

La femelle juvénile de murin de Daubenton capturée le 29 juin au soir est équipée d'un émetteur avant d'être relâchée. Quoique commune, cette espèce liée aux cours d'eau est en effet susceptible de gîter dans des arbres.

Le lendemain, la femelle équipée est localisée dans un peuplier noir âgé de la ripisylve, en bordure d'un bras mort du Verdon (cf. carte 4).

Une cavité est visible sur l'une des branches maîtresses de l'arbre, qui présente également de l'écorce décollée. Le soir même, une tentative de comptage de la colonie en sortie de gîte est menée, tandis qu'une capture est mise en place sur une piste forestière traversant la ripisylve à proximité de l'arbre-gîte présumé (spot 3). Quelques chiroptères sont observés en début de nuit volant dans le houppier du peuplier, sans toutefois qu'il soit possible d'identifier clairement la cavité visible comme sortie de gîte ni même l'arbre exact dont ils sortaient. Aucun murin de Daubenton n'est pris aux filets. Etant donné l'impossibilité de poser des filets sur le bras mort du Verdon, ce spot de capture est finalement abandonné. La juvénile équipée est toujours localisée au gîte en début de nuit. Elle est repérée en radiotéléométrie en dehors du gîte après minuit. Il est possible que cette juvénile volante depuis peu ait quitté le reste de la colonie pour un autre gîte peu fréquenté. L'émetteur sera détecté dans le même arbre pendant 3 jours successifs. Il y est toujours au 5 juillet et le 8 juillet l'émetteur a cessé de fonctionner. Il est probable que l'émetteur se soit détaché et soit tombé dans le gîte.



Figure 21 : *Populus nigra*, D1,30m = 67cm (©O. Vinet)



Figure 22 : Cavité visible sur l'une des branches du peuplier (©O. Vinet)

III.6. Informations sur les deux autres lots de l'étude

III.6.1. Description dendrologique (lot 1-C)

L'inventaire dendrologique a bien été mené sur les 26 placettes prévues au départ, complétant ainsi la base de données sur l'ensemble de la zone du plan de gestion.

Nous ne développerons pas particulièrement l'analyse de ces données, puisqu'elles n'apportent pas d'élément particulier pour l'étude des chiroptères.

III.6.2. Suivi des gîtes artificiels (lot 1-D)

Dans le cadre de l'étude de 2009, 19 nichoirs ont été posés sur 9 arbres différents. Le suivi en 2015 de ces nichoirs a permis d'inventorier une noctule de Leisler et 2 petits chiroptères indéterminés utilisant ces gîtes. Les nichoirs possédant des collecteurs de guano montrent qu'ils ont probablement été utilisés à un moment ou un autre, par le passé. Malheureusement, l'installation de fourmilières a souvent provoqué la désertion des chauves-souris. L'agressivité des fourmis n'a pas permis le nettoyage de plusieurs nichoirs. Un nichoir abritait un nid d'oiseau et 3 autres ont perdu le fond et sont inutilisables à ce jour.

Enfin, un arbre porteur de ces gîtes artificiels était tombé, entraînant la casse de 2 unités.

Les nichoirs, lorsqu'il n'y avait pas de fourmilière, ont été vidés et nettoyés.

Au final, la présence de ces nichoirs ne nous semble pas constituer une action nécessaire au bon fonctionnement écologique des milieux et réellement utile pour les chiroptères.

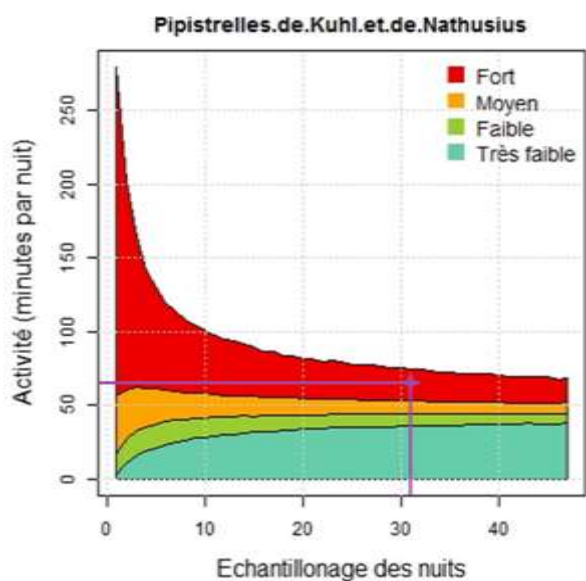
Tableau 13 : Données relatives au contrôle des nichoirs

ID	Nom	POSITION	Nombre de nichoirs	Chauves-souris	Guano	Remarque
4001	Ripisylve est	N 43 43.233 E 5 46.413	3	RAS	Ancien	Fourmis + 1 nichoir HS
4002	Ripisylve ouest	N 43 43.251 E 5 46.274	3	RAS	Récent	Fourmis + 1 nichoir HS
4003	Roussin ouest	N 43 43.194 E 5 45.482	1	RAS	RAS	Fourmis
4004	Roussin est	N 43 43.203 E 5 45.473	1	1 Nyctei	?	Difficile à vérifier
4005	la Castellane est	N 43 43.007 E 5 45.652	3	2 chiro sp	Oui	1 nid d'oiseau
4006	la Castellane ouest	N 43 43.009 E 5 45.650	2	RAS	RAS	Arbre tombé : 2 nichoirs HS
4007	les Plaines sud	N43 42.706 E5 45.789	3	RAS	Ancien	Fourmis
4008	les Plaines nord	N43 42.708 E5 45.787	2	RAS	Ancien	Fourmis
4009	Maison forestière	N43 42.848 E5 46.572	1	RAS	Ancien	Fourmis

III.7. Compléments d'analyse

III.7.1. Evaluation des niveaux d'activité d'après un référentiel méditerranéen

Le *Référentiel d'activité des chiroptères* d'Alexandre Haquart (Biotope, 2013) permet d'évaluer, dans le contexte méditerranéen, l'activité observée sur le site d'étude. Les données de minutes positives issues de nuits d'enregistrements sur le site (SM2BAT™) sont comparées via ce référentiel à une importante quantité de données collectées par la même méthode entre mai et septembre dans l'aire biogéographique méditerranéenne.



Les niveaux d'activité (très faible, faible, moyen, fort, très fort) sont définis par des quantiles de minutes positives par nuit d'enregistrement. Des graphes, présentés par espèce ou groupe d'espèces, donnent l'évolution de ces quantiles suivant l'échantillonnage, mesuré en *points.nuits*. L'échantillonnage réalisé à Cadarache est de 31 nuits d'enregistrement (7 SM2BAT™ posés en mai et 5 en juillet, reliés à 1 ou 2 microphones, pendant 2 nuits). A titre d'exemple, le groupe des pipistrelles de Kuhl et de Nathusius (PipNK), pour lesquelles l'activité observée à Cadarache est en moyenne de 65 minutes positives par nuit, présente donc un niveau d'activité fort (figure 23).

Figure 23 : Graphe d'évaluation de l'activité du groupe PipNK (Haquart, 2013)

Les résultats de cette évaluation sont présentés ci-dessous pour chaque espèce ou groupe d'espèces contacté à Cadarache (tableau 14).

Tableau 14 : Niveaux d'activité des espèces ou groupes d'espèces sur le site d'étude, sur la moyenne des 31 nuits d'enregistrement SM2 considérées

Niveau d'activité	Espèce ou groupe d'espèces	Nb moyen de minutes positives par nuit
TRES FORT	Pipistrelle commune (Pippip) – allée de cèdres	229,5 *
FORT	Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius (PipNK)	65,2
	Molosse de Cestoni (TadGN)	1,8
MOYEN	Sérotules (SEROT)	8,4
FAIBLE	Pipistrelle pygmée (Pippyg)	39,0
TRES FAIBLE	Pipistrelle commune (Pippip) – autres points	21,5 **
	Murins de petite taille (Myosp)	6,5
	Minioptère de Schreibers (Minsch)	1,4
	Vespère de Savi (Hypsav)	2,3
	Petit rhinolophe (RhiPT)	0,1
	Oreillards (Plesp)	0,3

* Uniquement sur les 4 nuits d'enregistrement au point A2, voir paragraphe ci-dessous

** Sur les 27 autres nuits, voir paragraphe ci-dessous

La distinction entre pipistrelles de Kuhl et de Nathusius aurait été intéressante à faire étant donnée la différence d'enjeu entre ces deux espèces, mais leur caractérisation acoustique est délicate. Considérant également le nombre conséquent de séquences enregistrées pour ce groupe d'espèces, il nous est impossible d'obtenir ce niveau de détail.

A l'inverse de la pipistrelle pygmée pour laquelle l'activité est assez homogène sur tous les points d'enregistrement, la pipistrelle commune présente des variations selon les secteurs. En moyenne sur 31 nuits, elle est présente sur 48,4 minutes, soit une activité « faible » dans le référentiel.

Si l'on isole le point A2 (4 nuits d'enregistrement) des 27 autres nuits, on obtient une moyenne de 229,5 minutes positives pour cette pipistrelle, correspondant à une activité très forte sur cette allée de cèdres. A l'opposé, pour tous les autres sites, la valeur moyenne tombe à 21,5 et l'activité rétrograde dans la catégorie « très faible ».

Pour les murins de petite taille, la valeur pointe à la frontière entre niveau d'activité faible et très faible, quoique plutôt dans le territoire de ce dernier. Globalement, cela ne change pas l'analyse.

III.7.2. Mise en perspective avec le caractère forestier des espèces

Le site de Cadarache est particulièrement remarquable pour ses milieux forestiers.

Suivant les espèces, les chiroptères sont plus ou moins liés écologiquement au milieu forestier, que ce soit pour le gîte ou l'alimentation. On peut donc s'attendre à des niveaux d'activité relativement plus élevés de la part des espèces forestières. Ce « caractère forestier » des différentes espèces a été quantifié en 2008 par Laurent Tillon (ONF) dans son guide *Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, conseils de gestion forestière pour leur prise en compte*, à partir de la synthèse des connaissances disponibles sur les chiroptères en forêt. Cela se concrétise par une note sur 5 attribuée aux espèces. Quelques-unes de ces notes sont retranscrites dans le tableau 15 ci-dessous

Tableau 15 : Notes de « caractère forestier » attribuées à quelques espèces recensées ou potentielles (en gris) sur le site d'étude (d'après Tillon, 2008)

Espèce	Caractère forestier (/5)	Niveau activité
Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteini</i>)	5	très faible
Barbastelle d'Europe (<i>Barbastella barbastellus</i>)	4	-
Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	3,5	très faible
Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	3,5	moyen
Oreillard roux (<i>Plecotus auritus</i>)	3,5	-
Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	3	très faible
Grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	3	-
Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	3	fort
Oreillard montagnard (<i>Plecotus macrobullaris</i>)	3	-
Murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	2,5	-
Petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	2,5	très faible
Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)	2	très faible
Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	2	très faible
Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	2	faible
Grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	2	-
Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	1,5	moyen
Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	1,5	faible
Oreillard gris (<i>Plecotus austriacus</i>)	1	très faible
Murin de Capaccini (<i>Myotis capaccinii</i>)	0,5	très faible
Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	0,5	fort
Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)	0,5	fort
Petit murin (<i>Myotis blythii</i>)	0	-

Des espèces comme la pipistrelle de Kuhl et le molosse de Cestoni, dont l'activité à Cadarache est forte, ne sont pas des espèces forestières. *A contrario*, l'activité constatée pour le groupe des murins est très faible, alors que plusieurs espèces de ce groupe ont pourtant un caractère forestier marqué (murin de Natterer et murin de Bechstein par exemple).

En définitive, les deux espèces pour que l'on peut qualifier de « forestières » et pour lesquelles le site de Cadarache semble présenter un intérêt et un enjeu supérieurs sont la noctule de Leisler et la pipistrelle de Nathusius. Cependant, comme nous l'avons déjà expliqué, ce sont des espèces qui sont en recouvrement acoustique avec d'autres taxons moins forestiers (sérotine commune pour la première, pipistrelle de Kuhl pour la seconde). Néanmoins, s'il devait y avoir des investigations complémentaires à mener pour la découverte de colonies de reproduction dans des gîtes arboricoles, ce sont les espèces à cibler prioritairement.

L'autre espèce majeure est le murin de Bechstein. Au final, nous avons découvert une séquence caractéristique dans un SM2 placé hors protocole, lors de la session de capture de juillet. Même si elle n'est présente sur le site qu'avec des effectifs très restreints, l'enjeu de conservation et de compréhension de son utilisation de l'espace est très fort. Il s'agit donc d'une autre espèce prioritaire à étudier.

III.7.3. Apport des données des SM2 hors protocole

Lors de la session de capture, nous avons laissé deux SM2 pendant deux nuits, sur des sites que l'on jugeait potentiellement très attractifs pour les chiroptères (voir tableau 16 pour le détail et figure 24 pour une vue de la localisation des micros).

Tableau 16 : Localisation des deux SM2 « hors protocole »

Machine	Coord X (L93)	Coord Y (L93)	Micro	Hauteur	Nuits
ONF-1/0	923 447	6 295 233	0	2 m	8 et 9 juillet 2015
ONF-1/1	923 450	6 295 265	1	1,5 m	8 et 9 juillet 2015
ONF-2	922 954	6 294 921	0	2 m	8 et 9 juillet 2015

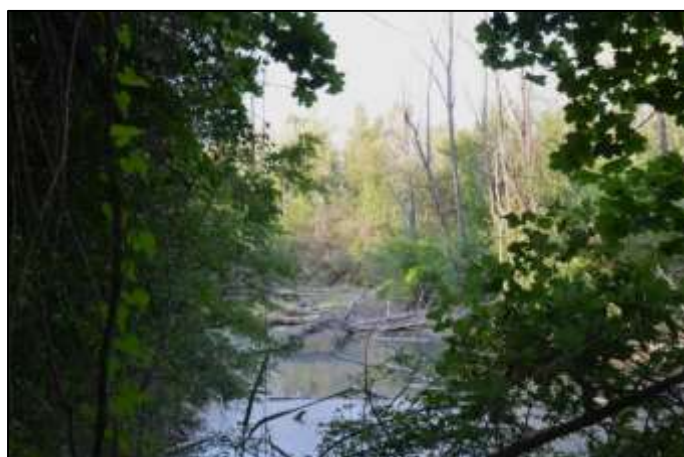


Figure 24 : Vues des 3 points SM2 « hors protocole ». ONF-1/0 en haut à gauche, ONF-1/1 en bas à gauche, ONF-2 à droite (©O. Vinet)

Pour ces 6 nuits supplémentaires, nous n'avons pas eu le temps d'analyser précisément les données. Nous avons seulement réalisé la première étape d'identification logicielle automatique, en y appliquant ensuite un niveau de contrôle très succinct. C'est ce contrôle sommaire qui nous a permis de déceler la séquence diagnostique pour le murin de Bechstein.

Les éléments qui vont suivre sont donc à retenir avec une extrême précaution, puisqu'ils sont issus principalement d'un tableau brut de données, non vérifiées.

Premièrement, nous avons calculé la moyenne des minutes positives pour certains groupes d'espèces sur ces 6 nuits. En effet, ces SM2 ont été disposés dans des milieux forestiers de la zone nord de Cadarache, *a priori* plus attractive pour les chiroptères (cf. résultats des lots 1-A/2 et 1-B/1), à savoir : une allée forestière entourée de hauts peupliers, un bras mort en eau avec nombreux arbres morts sur pieds ou en embâcle et une chênaie blanche assez mûre (micro à la jonction entre une piste forestière et un talweg légèrement marqué).

Même s'ils sont sujets à précaution, les résultats sont « meilleurs » que pour la moyenne des 31 nuits des autres SM2 placés pour l'étude des flux de chiroptères. On obtiendrait, avec vérification limitée :

- Pipistrelle pygmée : 110,3 minutes positives (activité forte dans le référentiel de Haquart) ;
- Pipistrelle commune : 41,3 minutes positives (activité faible) ;
- *Myotis sp.* : 27 à 32 minutes positives (activité forte) ;
- Sérotules : 10,2 minutes positives (activité forte).

Pour la pipistrelle pygmée en particulier, ces résultats sont cohérents avec ceux d'une étude récente du GCP sur l'attractivité comparée de chênaies méditerranéennes plus ou moins matures (Sarrey, 2014).

En complément des points d'écoute MCD30, il conviendrait donc d'améliorer l'échantillonnage des nuits SM2 et de traiter les données plus finement afin d'obtenir des résultats fiables selon cette méthodologie, liée au référentiel Haquart.

Enfin et pour finir, sur le peu de vérifications faites pour le SM2 dans la chênaie, nous avons mis en évidence une bonne quantité de cris sociaux que l'on pourrait attribuer à la noctule de Leisler. A cette période de l'année et dans ce contexte forestier, ces cris sociaux sont un bon indice sur la voie de la découverte d'une colonie de parturition de cette espèce arboricole. Dans le cas d'une étude complémentaire, cet indice pourra se révéler utile.

IV. SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

IV.1. Synthèse générale

Au final, en réponse aux questions posées, nous pouvons retenir les éléments suivants.

- **Lot 1-A/1 : flux de transit Nord-Sud**

Aux deux saisons étudiées et sur la base du protocole mis en œuvre (avec des SM2), les bandes de sécurité (pistes forestières débroussaillées) situées à l'est de la plateforme ITER ne semblent pas constituer des corridors de déplacement privilégiés pour les chiroptères, entre le nord et le sud du site.

Par ailleurs, l'analyse des quelques flux qui ont pu être décelés, trois points noirs apparaissent au niveau de la RD 952.

- **Lot 1-A/2 et lot 1-B/1 : étude acoustique sur points d'écoute active, corridors et matrice**

Globalement, on a constaté que l'activité moyenne enregistrée sur les différents points d'écoute, que ce soit sur les corridors ou dans la matrice, demeurerait faible par rapport à ce que l'on pourrait attendre des milieux. Le jeu de données est dominé par les pipistrelles, et dans une bien moindre mesure par le molosse de Cestoni et les sérotules.

On observe une activité bien plus importante des chauves-souris au niveau des milieux de type interface que dans la matrice. Au sein de ces interfaces, les lisières internes de type piste intra-forestière sont moins exploitées que les lisières externes des boisements ; ceci pour tous les groupes à l'exception des oreillards. Par ailleurs, pour les points d'écoute en corridor, la plus grande diversité d'espèces a été constatée sur des points à dominante feuillue ; les moyennes des contacts étant relativement similaires pour les deux types de boisements étudiés.

En ce qui concerne les milieux matriciels, les espaces ouverts semblent délaissés par les chiroptères, au profit des milieux les plus boisés. Et dans ces boisements, ce sont les peuplements feuillus qui attirent nettement plus de chauves-souris. En revanche, on ne retrouve pas de plus grande diversité d'espèce dans ces espaces matriciels à dominante feuillue.

Enfin, le secteur nord de la zone « Plan de gestion des 1 200 ha », reconnu pour la maturité de ses milieux sylvestres et pour la richesse en microhabitats qui les composent, héberge très clairement la plus grande proportion de chiroptères en chasse. Cette préférence est à la fois marquée pour le groupe ubiquiste des pipistrelles mais aussi pour celui plus forestier des murins. Il s'agit d'ailleurs du critère qui, statistiquement, explique le mieux les résultats (= localisation dans le secteur nord).

En comparant les campagnes de 2009 et de 2015, et même si les données ont été collectées de manière trop hétérogène pour que l'examen qu'on en fait puisse être fiable, c'est d'ailleurs par ce secteur nord qu'on semble détecter une recolonisation de la zone par les chiroptères.

■ Lot 1-B/2 : caractérisation des populations par la capture

Avec seulement 12 individus capturés en 9 sessions de capture, les résultats de cette partie de l'étude sont jugés peu satisfaisants. L'effort de capture a pourtant été conséquent, mais il n'a permis d'attraper que 5 espèces dans les filets. Deux d'entre elles témoignaient d'un statut de reproduction (le murin de Daubenton et la pipistrelle de Kuhl). Aucune colonie arboricole n'a pu être mise en évidence, malgré l'équipement d'un murin de Daubenton à l'aide d'un émetteur VHF. Néanmoins, il est vraisemblable qu'une colonie de reproduction de cette espèce puisse exister dans le secteur nord du Plan de Gestion, en lien avec les imposants peupliers de la ripisylve.

■ Lot 1-D : Suivi des nichoirs

19 nichoirs ont été contrôlés en 2015.

Deux d'entre eux abritaient des chauves-souris (une noctule de Leisler et deux chiroptères indéterminés). Les autres étaient soit défectueux ou abîmés, soit hébergeaient des fourmis (cas le plus fréquent) ou des oiseaux (un cas).

■ Synthèse des espèces recensées et remarque générale

En définitive, cette étude aboutit à la détermination certaine de 15 espèces de chiroptères :

- Sérotine commune ;
- Vespère de Savi ;
- Minioptère de Schreibers ;
- Murin de Bechstein ;
- Murin de Capaccini ;
- Murin de Daubenton ;
- Murin de Natterer ;
- Noctule de Leisler ;
- Oreillard gris ;
- Pipistrelle de Kuhl ;
- Pipistrelle de Nathusius ;
- Pipistrelle commune ;
- Pipistrelle pygmée ;
- Petit rhinolophe ;
- Molosse de Cestoni.

A ces 15 espèces s'ajoutent 3 espèces potentielles, pour lesquelles l'identification acoustique reste complexe :

- Murin à oreilles échancrées ;
- Grand murin ;
- Petit murin.

La plus grande interrogation qui subsiste suite à cet inventaire porte sur le statut de la barbastelle d'Europe au sein du massif. Actuellement, aucune preuve ne nous permet d'affirmer sa présence.

En filigrane des diverses interrogations à l'origine de cette étude, la question de l'impact réel sur les chiroptères de l'installation des infrastructures ITER est soulevée en permanence. Faute d'étude préalable au défrichement, cet état des lieux 2015 pâtit de l'absence de connaissances solides sur l'état des populations de chiroptères de Cadarache avant 2007. Cet état de fait rend toute conclusion hypothétique à ce sujet. Les données collectées jusqu'à présent au cours de l'étude 2015 montrent des niveaux d'activité des chiroptères forestiers globalement faibles au regard de ce qui peut être attendu pour la zone méditerranéenne. Cette faible activité et cette diversité relativement restreinte sont d'autant plus notables lorsque l'on considère la très bonne qualité de ces milieux.

L'opération de défrichement de 2007 a eu lieu sur une zone particulièrement intéressante d'un point de vue écologique, du fait de son positionnement central au sein du massif forestier ainsi que de la qualité de ses peuplements en termes de maturité. Des milieux d'une telle qualité subsistent sur le site et représentent encore des superficies non négligeables (partie nord de la

RBD de la Castellane et ripisylve à la confluence Durance-Verdon notamment). On peut toutefois penser que la perturbation engendrée par le défrichement a été suffisante pour fragiliser une grande partie des colonies de chiroptères présentes sur le site. Le défrichement est également susceptible d'avoir affecté le transit des chiroptères dans la zone. Etant donné la faible résilience de ces espèces (une grande longévité associée à une fertilité basse et de vastes domaines vitaux) (Godineau, Pain, 2007), il est possible que la recolonisation de ces milieux demande de nombreuses années.

Néanmoins, la première comparaison entre les résultats des deux campagnes d'inventaires (2009 et 2015) laisse présager d'éléments de réponse émergents (voir plus haut et § III.3.5).

IV.2. Perspectives et actions à poursuivre

■ Flux de transit Nord-Sud

Suite à l'étude menée, il serait intéressant d'étendre géographiquement les recherches plus à l'Est de la zone d'étude, afin de contrôler un certain nombre d'autres corridors potentiels, en particulier en forêt privée. Ces mêmes recherches pourraient aussi être conduites sur un pas de temps plus étendu, à différentes saisons.

Il serait également opportun de poursuivre les investigations en accentuant les moyens autour des trois points noirs identifiés au paragraphe III.2.5 (voir aussi carte 8). A cet effet, afin d'évaluer concrètement (et de quantifier) le risque de traversée de la route par des chiroptères au niveau de ces points noirs, il pourrait par exemple être judicieux de procéder à une étude par trajectographie et/ou par caméra thermique sur la route.

Ces études complémentaires restent en cohérence technique avec l'action 3-1 du Plan de gestion des 1200 ha d'espaces naturels. Seule l'estimation financière de l'action demeure largement insuffisante au regard des besoins exprimés.

■ Etude acoustique sur points d'écoute active, corridors et matrice

Lors de la campagne 2015, « seulement » 44 points d'écoute ont pu être implantés, limitant le niveau d'analyses statistiques envisageable sur le jeu de données. Pour les trois facteurs étudiés par exemple, le nombre de points d'écoute par variable ne dépassait pas 5 occurrences (voir fig. 4 page 21). Dans une optique de meilleure compréhension des critères naturels qui expliquent l'hétérogénéité des résultats (et donc l'utilisation différentielle par les chiroptères de leur environnement), il conviendrait de multiplier les points d'écoute.

Cela permettrait par exemple d'affiner les analyses sur les essences les plus utilisées par les chauves-souris (comparaison chêne pubescent / chêne vert, entre autres).

Des critères explicatifs à l'augmentation de l'attractivité du secteur sud pour les pipistrelles en fin de saison pourraient également apparaître.

Comme précédemment, cette action reste en cohérence technique avec l'action 3-4 du Plan de gestion mais l'estimation financière serait à reconsidérer.

■ Caractérisation des populations par la capture

Sur la base des résultats de l'étude, les trois espèces sur lesquelles un effort de recherche de gîtes arboricoles devrait être consenti sont :

- La noctule de Leisler : espèce au caractère forestier assez marqué, bien présente au sein de la zone d'étude et pour laquelle nous avons localisé un site avec une forte concentration de cris sociaux en période d'élevage des jeunes. Ce site laisse supposer l'existence d'une colonie de reproduction à proximité ;
- La pipistrelle de Nathusius : espèce au caractère forestier également assez marqué et très présente au sein de la zone d'étude, tout au long de la saison. Sa reproduction sur les 1 200 ha du Plan de gestion reste sujette à interrogation dans l'état actuel des connaissances relatives à l'espèce (pas de mise-bas prouvée dans le sud de la France) ;
- Le murin de Bechstein : espèce au caractère forestier quasi exclusif, mais dont la présence est probablement sporadique ou tout du moins très modeste sur le site. Cela étant, l'enjeu de conservation est très élevé pour ce taxon et il serait très intéressant d'améliorer la compréhension de son statut, en particulier reproducteur.

Pour mener à bien ce type de recherche, il faut prévoir de nombreuses sessions de capture, accompagnées en cas de succès de pose d'émetteur VHF et de recherches de gîtes en journée. Si l'individu équipé d'émetteur conduit à un gîte arboricole, il est alors souhaitable de capturer et équiper plusieurs autres individus de la colonie (5 à 10) afin de caractériser un maximum de gîtes sylvestres (une colonie, sur la saison estivale, pouvant occuper et utiliser plus de 100 arbres-gîtes distincts).

Cette proposition est à rapprocher de l'action 3-2 du Plan de gestion, en l'adaptant un peu et en revoyant également le chiffrage associé.

GLOSSAIRE

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

(Dendro)microhabitat : Habitat d'espèce, de petite dimension, porté par un arbre vivant ou mort. Un microhabitat peut n'être qu'un abri temporaire mais récurrent pour une espèce. Les différents microhabitats sont définis et caractérisés par leur morphologie ainsi que la communauté qui leur est préférentiellement inféodée. (D'après Larrieu, 2014)

Expansion de temps : Technique d'écoute en différé (en général, facteur d'expansion x10) qui permet l'appréciation de la structure des signaux sonar ainsi que leur analyse informatique.

Fission-fusion : Mode d'occupation de la ressource en gîte par les colonies de certaines espèces de chiroptères, en particulier arboricoles. Les individus d'une même colonie peuvent, quotidiennement et indépendamment les uns des autres, changer de gîte d'estivage parmi un réseau de gîtes occupés par la colonie. Cette mobilité amène deux individus à successivement se séparer puis se retrouver au sein du même gîte.

Hétérodyne : Technique d'écoute en direct permettant d'apprécier la fréquence et le rythme des émissions sonores.

Matorral : Formation végétale méditerranéenne. Terme espagnol désignant des formations buissonnantes telles que la garrigue et le maquis.

Monofilament (filet) : Filet dont les mailles sont constituées d'un seul fil de nylon (0,08 mm), au lieu de deux torsadés pour les filets traditionnels. Moins détectables par les chiroptères, ces filets offrent des taux de capture plus élevés qu'avec l'emploi de filets traditionnels. Ils sont toutefois plus facilement découpés par les chiroptères, ce qui oblige à des démaillages plus fréquents.

Parturition : Mise-bas des animaux

Sérotule : Terme formé par la contraction de Sérotine et Noctule. Taxon artificiel regroupant l'ensemble de ces espèces de chiroptères difficilement discriminables par la méthode acoustique (genres *Eptesicus*, *Vespertilio* et *Nyctalus*).

Transit : Déplacement d'une chauve-souris entre deux zones de chasse ou entre gîte et zone de chasse, etc. Chez certaines espèces plus que d'autres, les individus calquent leurs trajets de vol sur les formations paysagères. Du point de vue acoustique, ce comportement est caractérisé par un rythme d'émissions sonores lent et régulier.

ABREVIATIONS

Sont exclus de cette liste les codes et abréviations spécifiques aux chiroptères, explicités dans le corps du rapport.

AIC	Critère d'Information d'Akaike (Akaike Information Criterion)
ARB	Arbre Réservoir de Biodiversité
ATDO	Assistance Technique à Donneur d'Ordre
BDN	Base de Données Naturalistes de l'ONF
BDS	Bande Débroussaillée de Sécurité
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
FD	Forêt Domaniale
GCP	Groupe Chiroptères de Provence
GPS	Global Positioning System
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
MCC	« Mammifères Chiroptères Capture »
MCD	« Mammifères Chiroptères Détecteur »
MCH	« Mammifères Chiroptères Habitat »
ONF	Office National des Forêts
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
RBD	Réserve Biologique Dirigée
RD	Route Départementale
VHF	<i>Very High Frequency</i> (se dit des émetteurs posés sur les chiroptères)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ARTHUR L, LEMAIRE M, 2009 - *Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 544p.
2. BARATAUD M, 2012 - *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse*. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité). 344p.
3. BARET J, 2013 - *Application du plan de gestion ITER des espaces naturels à Cadarache. Habitats naturels, flore allochtone et flore patrimoniale. Compléments d'inventaires, cartographie et suivis*. Rapport technique. BIODIV - Ecologie Appliquée. 26p.
4. DIETZ C, VON HELVERSEN O, NILL D, 2009 - *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord*. Traduction et adaptation Marie-Jo Dubourg-Savage. Les encyclopédies du naturaliste. Delachaux et Niestlé. 400p.
5. DUPUY S, 2015 - *Microhabitats forestiers : indicateurs écologiques pour la gestion forestière*. Mémoire de stage de Master 1^{ère} année – Université de Montpellier IEGB. Office National des Forêts. 26p. + annexes.
6. GODINEAU F, PAIN D, 2007 - *Plan de restauration des chiroptères en France métropolitaine (2008-2012)*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères ; Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. 79p. + annexes.
7. Groupe Chiroptères de Provence, 2009 - *Inventaire des Chiroptères pour la mise en œuvre des mesures compensatoires du programme ITER*. 34p. + annexes.
8. HAQUART A, 2013 - *Référentiel d'activité des chiroptères. Eléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française*. Biotope ; Ecole Pratique des Hautes Etudes. 99p.
9. LARRIEU L, 2014 - *Les dendro-microhabitats : facteurs clés de leur occurrence dans les peuplements forestiers, impact de la gestion et relations avec la biodiversité taxonomique*. Thèse. 114p. + annexes.
10. LEMAIRE M, ARTHUR L, MORIN A, PREVOST C, 2006 - *Etude du transit des chauves-souris et aménagements autour de la rocade est de Bourges (France)*. Symbioses 15, p. 47-52.
11. MEDINAS D, MARQUES J T, MIRA A, 2012 - *Assessing road effects on bats: the role of landscape, road features, and bat activity on road-kills*. Ecological Research 28, p. 227-237.
12. Office National des Forêts, 2008 - *Forêt domaniale de Cadarache. Révision d'aménagement forestier (2008-2022)*. ONF. Direction Territoriale Méditerranée. Agence interdépartementale Bouches-du-Rhône - Vaucluse. 58p. + annexes
13. Office National des Forêts, 2010 - *Forêt domaniale de Vinon-sur-Verdon. Révision d'aménagement forestier (2010-2029)*. ONF. Direction Territoriale Méditerranée. Agence interdépartementale Var - Alpes Maritimes. 49p. + annexes.

14. Office National des Forêts, 2012 - *Plan de Gestion de 1 200 hectares d'espaces naturels à Cadarache. Mesure compensatoire prescrite à l'Agence ITER France par l'arrêté Préfectoral du 03 mars 2008*. ONF. Direction Territoriale Méditerranée. Bureau d'Etudes Territorial Bouches-du-Rhône - Vaucluse. 182p. + annexes.
15. Office National des Forêts, 2013 - *Réserve biologique de la Castellane. Rapport de présentation en vue de la création de la réserve et plan de gestion (2013-2022)*. ONF. Direction Territoriale Méditerranée. Agence interdépartementale Bouches-du-Rhône - Vaucluse. 91p. + annexes.
16. REGNERY B, COUVET D, KUBAREK L, JULIEN JF, KERBIRIOU C, 2013 - *Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests*. Ecological Indicators. 10p.
17. SARREY D, 2014 - *Caractérisation de l'activité des Chiroptères dans les forêts de Chênes pubescents. Quels sont les facteurs favorisant la présence et l'activité des chauves-souris forestières ? Première approche*. Rapport d'étude. Groupe Chiroptères de Provence. 56p. + annexes.
18. TILLON L, 2008 - *Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances*. Office National des Forêts. 88p. + annexes.
19. VINET O, SANE F, CHAIGNE A, 2013 - *Radiopistage de la Barbastelle (Barbastella barbastellus) en forêt domaniale de l'Aigoual. Analyse écologique globale à l'issue des 4 ans du programme*. Office National des Forêts ; Parc national des Cévennes ; Association Lozérienne pour l'Etude et la Protection de l'Environnement.

ANNEXES

- I. Fiche de relevé pour les écoutes au détecteur (protocole MCD30)
- II. Fiche de relevé pour les captures (protocole MCC10)
- III. Répartition des écoutes entre observateurs et nuits d'écoute
- IV. Fiche de relevé pour la description des lisières
- V. Fiche de relevé pour la description des habitats de chasse (protocole MCH11)
- VI. Fiche de relevé pour la description d'arbre-gîte
- VII. Graphes de phénologie résultant des nuits d'enregistrement automatique

Code Fiche : MCC10

MCC10 – mise à jour du 25-09-2012

Annexe II : fiche de relevé MCC10



FORMULAIRE DE CAPTURE DE CHIROPTERES

INFORMATIONS OBLIGATOIRES

Nom de l'observateur (en majuscule) :

Organisme :

Date d'observation (jj/mm/aaaa) :/...../.....

Commune :

Département :

Précision sur la localisation (toponymie IGN) :

Remarques :

Diffusion des données (sensibilité) : Oui Non **Entourez la mention choisie**

En cas de **données ultrasonores**, indiquer le type de détecteur utilisé :

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Coordonnées Géographiques : LAT UTM : _____ LONG UTM : _____

LAT°.'": _____ LONG°.'": _____

Heure	Météo	Temp. (°C)	Hygrométrie	Vent (sens et force)	Nébulosité /Luminosité	Lune

Exposition : Sud ; Nord ; Est ; Ouest ; Sud-Est ; Sud-Ouest ; Nord-Est ; Nord-Ouest

Type de menaces observées sur l'habitat : _____

Précision sur l'habitat : code : _____ Définition :

Météo : Beau, Nuageux, Couvert, Orageux, Averses, Pluie

Vent (force) : nul, faible, modéré, fort/rafales, tempête

Mode de capture :			Type de milieu	Nb de filets	longueur totale
Heure pose : Heure arrêt :					
	Soleil	Lune			
Heure coucher					
Heure lever					

[illegible]

[illegible]

Etat sexuel : (pour les femelles) vierge non actif (VNA), vierge sexuellement actif (VAA), adulte non actif (ANC), adulte actif en cours de reproduction (AAC), adulte allaitante (ALL), adulte post-allaitante (post-ALL), mise-bas ou naissance (MBS), gestante (GES), potentiellement gestante ((GES)), avortement (AVO), indéterminé (IND).

Nb cellules alaires : un ou deux (en Y ou pas) Ep. (Eperon) : distance de l'éperon entre patte et queue, et distance entre patte et queue

NB : cette fiche peut aussi être utilisée lors de comptage de colonies ou de regroupements hivernaux, ou lors de visites de gîtes divers (renseigner alors le nb d'individus).

Annexe III :
Répartition des écoutes entre **observateurs et nuits d'écoute**

Session de mai 2015

Point	Opérateur	Date	Heure début	Temp (°C)	Hygro (%)	Vent
13CAD-01	O VINET	26/05/2015	23:27	11.5	50	nul
13CAD-02	O VINET	26/05/2015	1:57	8.1	69	nul
13CAD-03	JC GATTUS	26/05/2015	23:58	14	55	nul
13CAD-04	JC GATTUS	26/05/2015	23:14	11.9	46	faible
13CAD-05	O VINET	26/05/2015	21:45	NA	NA	nul
13CAD-06	O VINET	27/05/2015	0:23	12.1	51	nul
13CAD-07	JC GATTUS	27/05/2015	21:45	12.8	52	nul
13CAD-08	D SARREY	29/05/2015	22:25	17.1	66	nul
13CAD-09	JC GATTUS	27/05/2015	23:10	13.4	57	nul
13CAD-10	JC GATTUS	27/05/2015	23:57	10.6	59	nul
13CAD-11	O VINET	27/05/2015	21:45	13.8	47	nul
13CAD-12	JC GATTUS	27/05/2015	1:03	12.1	66	nul
13CAD-13	D SARREY	28/05/2015	21:45	13.8	67	nul
13CAD-14	D SARREY	29/05/2015	23:20	12.3	83	nul
13CAD-15	D SARREY	29/05/2015	0:40	11	90	nul
13CAD-16	D SARREY	28/05/2015	23:55	8.5	78	nul
13CAD-17	D SARREY	27/05/2015	21:45	14.2	57	nul
13CAD-18	D SARREY	26/05/2015	0:35	12.2	61	nul
13CAD-19	D SARREY	27/05/2015	23:05	14	57	nul
13CAD-20	D SARREY	28/05/2015	23:10	14.4	57	nul
13CAD-21	D SARREY	27/05/2015	0:40	7.4	80	nul
13CAD-22	D SARREY	28/05/2015	1:20	7.2	78	nul
13CAD-23	D SARREY	26/05/2015	23:15	10.1	70	faible
13CAD-24	D SARREY	26/05/2015	21:50	19.2	42	nul
13CAD-A	D SARREY	28/05/2015	0:40	7.5	78	nul
13CAD-B	D SARREY	29/05/2015	0:01	11.9	91	faible
13CAD-C	O VINET	26/05/2015	1:06	7.4	56	nul
13CAD-D	JC GATTUS	26/05/2015	22:35	15	50	faible
13CAD-E	JC GATTUS	26/05/2015	1:28	10.5	52	faible
13CAD-F	JC GATTUS	26/05/2015	0:45	15	50	modéré
13CAD-G	D SARREY	27/05/2015	22:25	12.3	64	nul
13CAD-H	D SARREY	26/05/2015	0:01	6.7	83	nul
13CAD-I	D SARREY	27/05/2015	23:55	7.8	75	nul
13CAD-J	O VINET	27/05/2015	1:02	13.4	50	nul
13CAD-K	JC GATTUS	27/05/2015	22:38	10	61	faible

13CAD-L	O VINET	27/05/2015	22:31	11.4	54	nul
13CAD-M	O VINET	27/05/2015	23:23	12	53	nul
13CAD-N	D SARREY	26/05/2015	22:30	12.7	60	nul
13CAD-O	D SARREY	28/05/2015	22:25	12.7	63	nul
13CAD-P	D SARREY	27/05/2015	1:25	10.7	69	nul
13CAD-Q	D SARREY	29/05/2015	21:45	14.5	63	nul
13CAD-R	JC GATTUS	26/05/2015	21:45	18	47	faible
13CAD-S	O VINET	26/05/2015	22:40	15.1	44	faible
13CAD-T	O VINET	26/05/2015	0:14	11.4	66	nul

Session de septembre 2015

Point	Opérateur	Date	Heure début	Temp (°C)	Hygro (%)	Vent
13CAD-01	O VINET	07/09/2015	20:41	16.4	56	nul
13CAD-02	O VINET	07/09/2015	23:01	13.2	71	nul
13CAD-03	V PARMAIN	07/09/2015	23:33	13	70.5	nul
13CAD-04	V PARMAIN	07/09/2015	21:49	15.1	60	nul
13CAD-05	O VINET	07/09/2015	21:23	14.4	68	nul
13CAD-06	D SARREY	07/09/2015	20:45	16.7	56.1	nul
13CAD-07	D SARREY	07/09/2015	0:25	9.6	81.3	nul
13CAD-08	D SARREY	06/09/2015	23:26	NA	NA	nul
13CAD-09	D SARREY	07/09/2015	23:05	15	63.8	nul
13CAD-10	D SARREY	07/09/2015	22:20	12.5	69.2	nul
13CAD-11	O VINET	08/09/2015	23:34	10.7	67.4	nul
13CAD-12	V PARMAIN	08/09/2015	0:21	13.8	66.7	nul
13CAD-13	D SARREY	08/09/2015	23:55	11.1	67.1	nul
13CAD-14	D SARREY	06/09/2015	21:55	NA	NA	nul
13CAD-15	D SARREY	06/09/2015	20:35	NA	NA	nul
13CAD-16	D SARREY	08/09/2015	21:55	10.9	68	nul
13CAD-17	D SARREY	09/09/2015	23:35	11.5	84.4	nul
13CAD-18	V PARMAIN	08/09/2015	21:42	15.3	67.2	nul
13CAD-19	D SARREY	09/09/2015	22:30	13.3	73.8	nul
13CAD-20	D SARREY	09/09/2015	20:35	17.2	60.8	nul
13CAD-21	D SARREY	09/09/2015	21:20	13.7	72.3	nul
13CAD-22	D SARREY	08/09/2015	20:30	15	54.1	nul
13CAD-23	V PARMAIN	08/09/2015	20:45	13.3	60.2	nul
13CAD-24	O VINET	08/09/2015	21:31	16.8	47.4	nul
13CAD-A	D SARREY	08/09/2015	21:10	12.1	62.2	nul
13CAD-B	D SARREY	06/09/2015	21:45	NA	NA	faible
13CAD-C	O VINET	07/09/2015	22:16	10.9	70	nul
13CAD-D	V PARMAIN	07/09/2015	22:34	14	69.5	nul

13CAD-E	V PARMAIN	07/09/2015	1:14	11	78.5	nul
13CAD-F	V PARMAIN	07/09/2015	0:25	7.9	83.8	nul
13CAD-G	V PARMAIN	08/09/2015	23:20	13.1	71.5	nul
13CAD-H	V PARMAIN	08/09/2015	22:33	10.6	73	nul
13CAD-I	D SARREY	09/09/2015	22:05	10.8	80.2	nul
13CAD-J	D SARREY	07/09/2015	21:30	17.7	51	nul
13CAD-K	D SARREY	07/09/2015	23:45	8.5	85.8	faible
13CAD-L	O VINET	08/09/2015	22:38	11	66.9	nul
13CAD-M	O VINET	08/09/2015	0:26	12.3	63.9	nul
13CAD-N	O VINET	08/09/2015	20:49	13.8	59.8	nul
13CAD-O	D SARREY	08/09/2015	23:15	11.7	71.1	nul
13CAD-P	D SARREY	08/09/2015	22:35	13.2	60.2	nul
13CAD-Q	D SARREY	06/09/2015	22:45	NA	NA	nul
13CAD-R	V PARMAIN	07/09/2015	20:46	16.9	54	nul
13CAD-S	O VINET	07/09/2015	0:46	9.1	80	nul
13CAD-T	O VINET	07/09/2015	23:52	12.1	71	nul

En grisé, changement d'opérateur sur le point par rapport à la première session

TYPO LISIERE (sur placette linéaire, 40 m long sur 30 m large)Date : / / Observateur :
n° point :

photo(s) n° :

Annexe IV

Situation topographique et géographique

Commune :

Coordonnées du HI : X

Y

Topographie* :

UTM ☐Lambert 93 ☐WGS 84 ☐

*voir protocole de description des habitats de chasse

Type de lisière

Typologie

Largeur (pour double lisière) :

m

Eclairement (pour double lisière) : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐**Si présence cours d'eau**

Largeur : profondeur :

permanence estimée du cours d'eau : temporaire ☐ permanent ☐Blocs : présence ☐ absence ☐Sinuosité du cours d'eau : forte ☐ faible, voire nulle ☐Zone (comparée à l'ensemble du cours d'eau) : calme ☐ agitée ☐ normale ☐Ilots de végétation/de terre dans cours d'eau : présence ☐ absence ☐**STRUCTURE VERTICALE** pour lisière double, les deux côtés sont identiques : oui ☐ non : ☐ (si non, remplir également la structure verticale du côté 2)**Côté 1 :**Fragmentation des structures, continuité de la lisière : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐

Perméabilité de la lisière (0% = mur) : %

Strates	Arborée (>3m)	Arbustive (1,5 à 3m)	Buissonnante (<1,5m)
Présence			
Continuité horizontale			
Hauteur			
Espèces observées et %			

Liane : absence ☐ présence ☐ abondance ☐ espèce(s)Arbres morts (nb) Présence bois mort au sol ☐Présence d'arbres à cavités, fentes, écorces décollées ☐Fossé(s) : présence ☐ absence ☐ si présence, largeur m ; profondeur m ; longueur mEau dans le fossé : présence ☐ absence ☐**Côté 2 :**Fragmentation des structures, continuité de la lisière : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐

Perméabilité de la lisière (0% = mur) : %

Strates	Arborée (>3m)	Arbustive (1,5 à 3m)	Buissonnante (<1,5m)
Présence			
Continuité horizontale			
Hauteur			
Espèces observées et %			

Liane : absence ☐ présence ☐ abondance ☐ espèce(s)Arbres morts (nb) Présence bois mort au sol ☐Présence d'arbres à cavités, fentes, écorces décollées ☐Fossé(s) : présence ☐ absence ☐ si présence, largeur m ; profondeur m ; longueur mEau dans le fossé : présence ☐ absence ☐

TYPES DES MILIEUX LIMITROPHES (cocher les deux types de milieux présents)

☐ **Peuplement 1** TAI ☐ TSF ☐ FR_{ss-et} ☐ FR ☐ FI ☐ AUT ☐
 Typologie Ho : m

Strate	dominante	sous-étage	taillis	buissonnante	herbacée
densité (claire/normale/dense)					
essences (feuillus/résineux/mixte)					

Graminées : absence ☐ présence ☐ abondance ☐

Présence d'un cours d'eau aux environs (< 50 m) : oui ☐ non : ☐

Présence arbre(s) mort(s) debout ☐ Présence d'arbres à cavités, fentes, écorces décollées ☐

☐ **Peuplement 2** TAI ☐ TSF ☐ FR_{ss-et} ☐ FR ☐ FI ☐ AUT ☐
 Typologie Ho : m

Strate	dominante	sous-étage	taillis	buissonnante	herbacée
densité (claire/normale/dense)					
essences (feuillus/résineux/mixte)					

Graminées : absence ☐ présence ☐ abondance ☐

Présence d'un cours d'eau aux environs (< 50 m) : oui ☐ non : ☐

Présence arbre(s) mort(s) debout ☐ Présence d'arbres à cavités, fentes, écorces décollées ☐

☐ **Milieu semi-ouvert à ouvert 1**

Typologie

Si garrigue, indiquer espèce(s) dominante(s) :

☐ **Milieu semi-ouvert à ouvert 2**

Typologie

Si garrigue, indiquer espèce(s) dominante(s) :

Remarques :

TYPOLISIERE

Type de lisière

Typologie : numéro de classe attribué à cet habitat selon la typologie lisière (voir tableaux ci-dessous) :

Type de structure au centre de la lisière :

0 – Lisière simple	0
1 - Asphalte	1
2 - Piste de terre nue	2
3 - Piste sur sol pierreux	3
4 - Piste avec couvert herbacé majoritaire	4
5 - Cours d'eau	5

Type de structure de part et d'autre de la lisière :

Structure	Type d'habitat	Sous-type d'habitat	Code
Milieu boisé >25% ligneux hauts Dans le cas des milieux boisés lâches (25 à 50% de ligneux hauts), indiquer le code entre parenthèses → <i>Boisement lâche de pins sylvestres : (Bu)</i>	A - Plantation de résineux		A
	B - Boisement de résineux	u - à Pin sylvestre	Bu
		v - à Pin d'Alep	Bv
	C - Boisement mixte		C-Ay ou C-uw par ex.
	D - Boisement de feuillus	w - Chênaie pubescente	Dw
		x - Chênaie verte	Dx
		y - Chênaie mixte	Dy
		z - Autre boisement de feuillus	Dz
	E - Plantation de feuillus		E
Milieu semi-ouvert <25% ligneux hauts >25% ligneux bas	F – Garrigue dense >75% ligneux bas		F
	G – Garrigue claire <75% ligneux bas		G
Milieu ouvert <25% ligneux hauts <25% ligneux bas	H - Pelouse		H
	I - Prairie		I
	J - Culture		J
	K - Roselière		K
	L - Etendue d'eau		L
M - Autre : préciser en remarque			M

NB : ligneux hauts : hauteur >3m

Eclairement :

1 : Voûte végétale continue ou Voûte végétale morcelée de quelques taches de lumière

2 : Couvert aux alentours continu, aplomb du cours d'eau (ou route, etc.) globalement ouvert

3 : Couvert aux alentours discontinu, aplomb du cours d'eau (ou route, etc.) totalement ouvert ou Aalentours dégagés, cours d'eau (ou route, etc.) en pleine lumière

STRUCTURE VERTICALE

Fragmentation des structures :

1 : Pas ou peu de fragmentation, bonne continuité globale (peu de rupture totale de la lisière)

2 : Intermédiaire

3 : Lisière très fragmentée, mauvaise continuité globale (beaucoup de rupture totale)

Continuité horizontale (par strate) : par classe de 10 %

Protocole de description des habitats de chasse à chiroptères

version réseau Mammifères ONF - novembre 2014

Annexe V

Office National des Forêts

Code protocole : MCH11

Nom de la placette d'écoute ultrasonore

Forêt / site

Taille approx. du massif (ha)

<=50<

<=500<

<=5000<

Surface exacte si connue

ha

Renseignements généraux sur la placette :

Nom prénom

Date

Altitude (m)

x

y

système coord (UTM WGS84 ou Lambert 93)

Topographie :

Versant

Ubac

Adret

Plateau/Dôme

Cuvette / fond de vallon

Plat en plaine

Distance (m) à la lisière externe

sur la lisière

<=10<

<=50<

<=200<

Distance (m) à la lisière interne

sur la lisière

<=10<

<=50<

<=200<

Structure :

Traitement de l'UG

Taillis simple

Taillis sous futaie

Futaie régulière

Futaie irrégulière

Futaie jardinée

Autre

Boisement linéaire (haie, ripisylve)

Présence d'une trouée

Espèces :

Dominante 1

Dominante 2

Du ss-étage / taillis

Strate buissonnante

Strate herbacée sp 1

Strate herbacée sp 2

Strate herbacée sp 3

Strate herbacée sp 4

Recouvrement, structuration verticale

Niveau

0 à 0.5 m

%

0.5 à 1 m

%

1 à 2 m

%

2 à 4 m

%

4 à 8 m

%

8 à 16 m

%

16 à 32 m

%

> à 32 m

%

Surface terrière :

Essence

PB

BM

GB

TGB

Total

diamètres limites en cm

17,5

27,5

47,5

67,5

Brins<17,5 cm

S totale: G

m²/ha

Commentaire - Observations :

Description de l'arbre le plus gros de la placette (25m rayon) :

essence
statut social
(dominant ou dominé)
Hauteur du ppt m
diam 1.30 cm
hauteur m

Présence sur un rayon de 25 m :

Arbre dépérissant oui non
Essence

Présence de cavités (en nb)

trous pic	fentes	écorces décollées	caries	autres
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Nécromasse (sur un rayon de 25 m) :

Bois mort au sol

aucun
- de 3 stères
+ de 3 stères
+ de 10 stères
présence diamètre > 30

(tous diamètres)

Lianes formant micro-habitat

Présence
Absence
Espèce

Bois mort sur pied

PB	BM	GB	TGB
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

limites 17,5 27,5 47,5 67,5

Environnement / Habitat :

	sur le point (jusqu'à 25m)	dans et autour de la parcelle
Maison(s)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mare, étang	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Milieus humides	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cours d'eau (lent)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cours d'eau (rapide)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rochers, éboulis	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Barre rocheuse	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lisière de massif	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Grande culture	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pâturage	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Route forestière	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Route faible trafic	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Route trafic important	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Autre	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Néant	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Encombrement - Distance à la végétation :

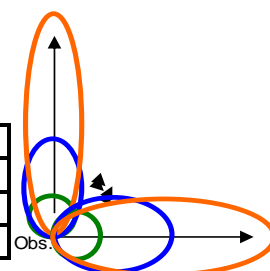
MCD100 seulement ! Pour les autres protocoles, rempli lors des points d'écoute.

Encombrement horizontal

de 0 à	- 1/3	- 2/3	- 3/3
0 - 5 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0 - 25 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
de 0 à + de 25 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Encombrement vertical

de 0 à	- 1/3	- 2/3	- 3/3
0 - 5 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0 - 25 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
de 0 à + de 25 m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Hauteur micro n°0 (bas) m
Hauteur micro n°1 (haut) m
Essence arbre porteur micro 1
Statut (vivant / mort)

N° fiche Auteur(s) Date N° photo(s) Forêt Commune Dpt. Coordonnées du gîte Système de coordonnées

X	<input type="text"/>
Y	<input type="text"/>
altitude	<input type="text"/>

Date de la découverte Circonstances de la découverte

Espèce(s) de chiroptères	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

Effectif du gîte	
minimum	<input type="text"/>
maximum	<input type="text"/>

Essence de l'arbre Diamètre à 1,30m

Vitalité	
vivant	<input type="text"/>
dépérissant	<input type="text"/>
mort	<input type="text"/>

Situation	
peuplement	<input type="text"/>
lisière	<input type="text"/>
arbre isolé	<input type="text"/>

Typologie du milieu* Surface terrière

* si lisière, indiquer les deux milieux à l'interface

Distance à l'eau (préciser la nature : mare, rivière, étang, lac...)

Caractéristiques du gîte

Type de cavité Emplacement sur l'arbre Hauteur du gîte Dimensions Orientation Origine du gîte

Utilisation	
transit	<input type="text"/>
estivage	<input type="text"/>
reproduction	<input type="text"/>
hibernation	<input type="text"/>
autre	<input type="text"/>




Reproduction	
oui	<input type="text"/>
non	<input type="text"/>
?	<input type="text"/>

Cohabitation

Remarques :

Carte n°5
Localisation des relevés dendrologiques

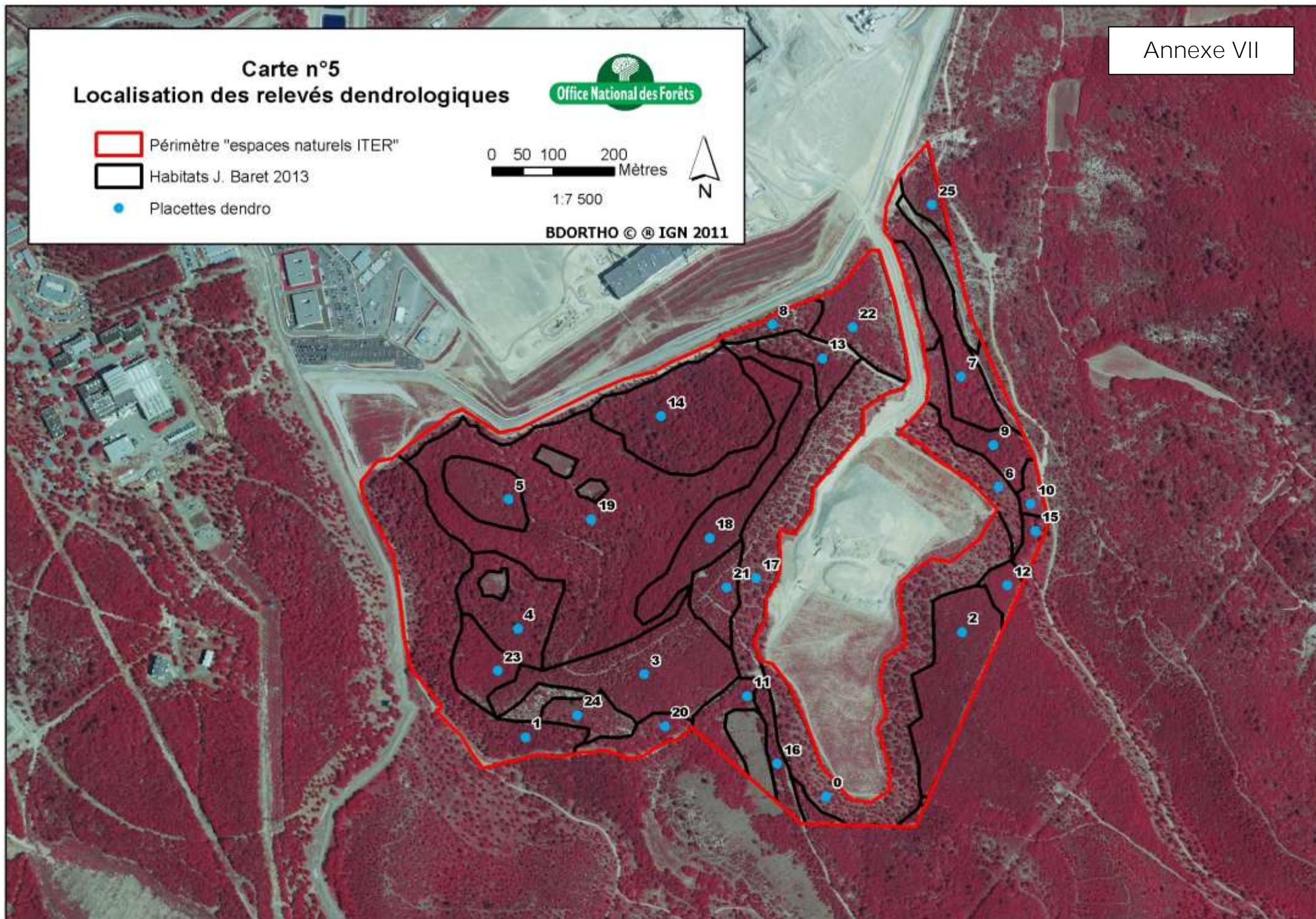


-  Périmètre "espaces naturels ITER"
-  Habitats J. Baret 2013
-  Placettes dendro

0 50 100 200
Mètres
1:7 500



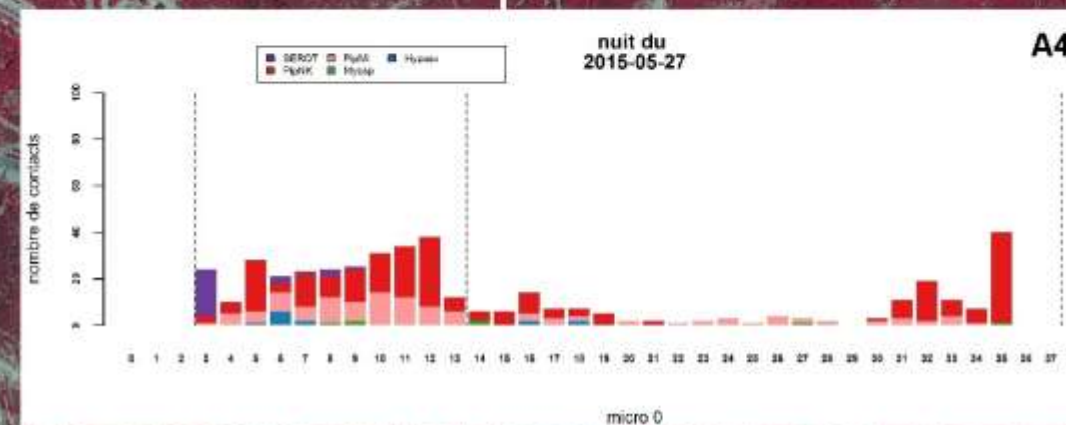
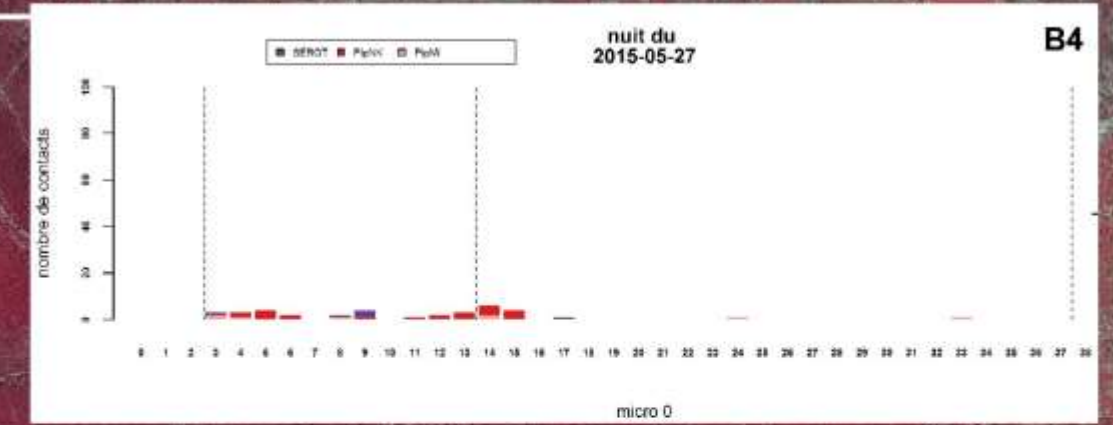
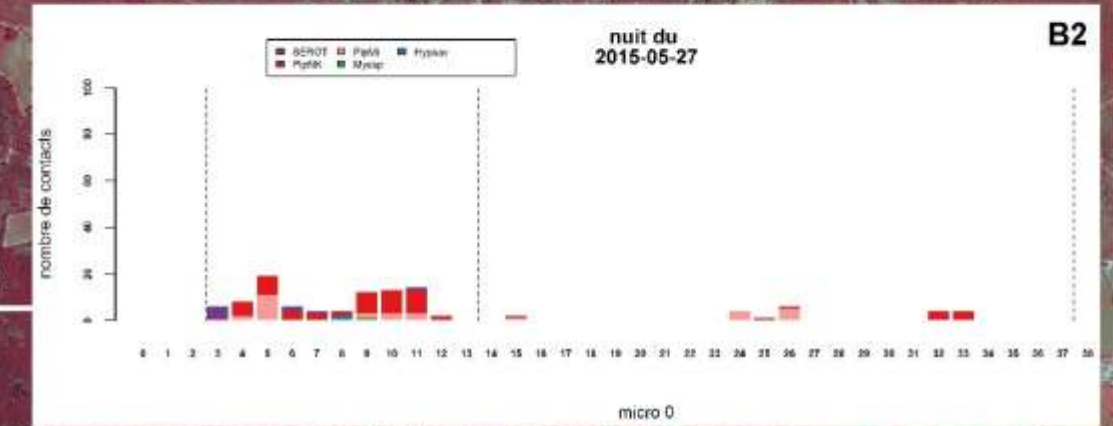
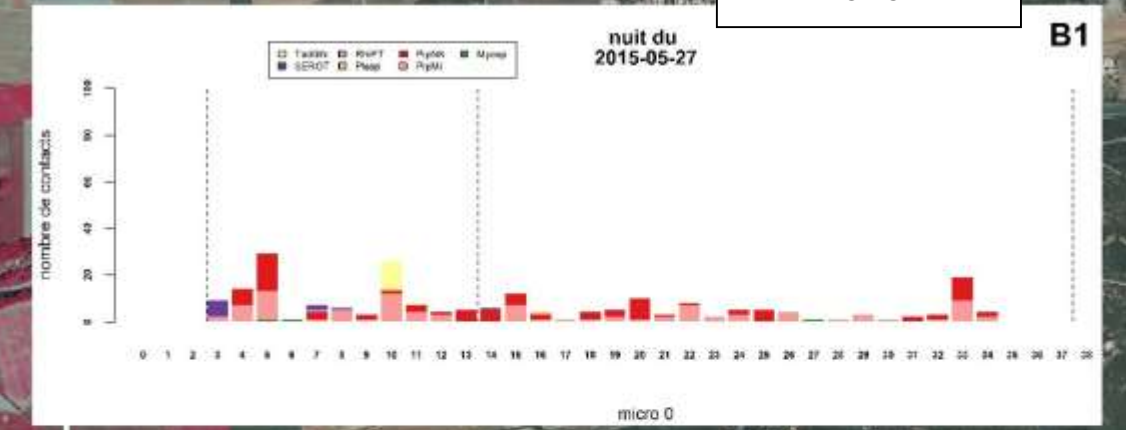
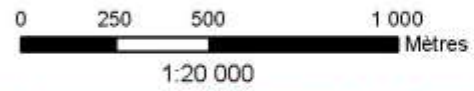
BDORTHO © ® IGN 2011



- SM2BAT

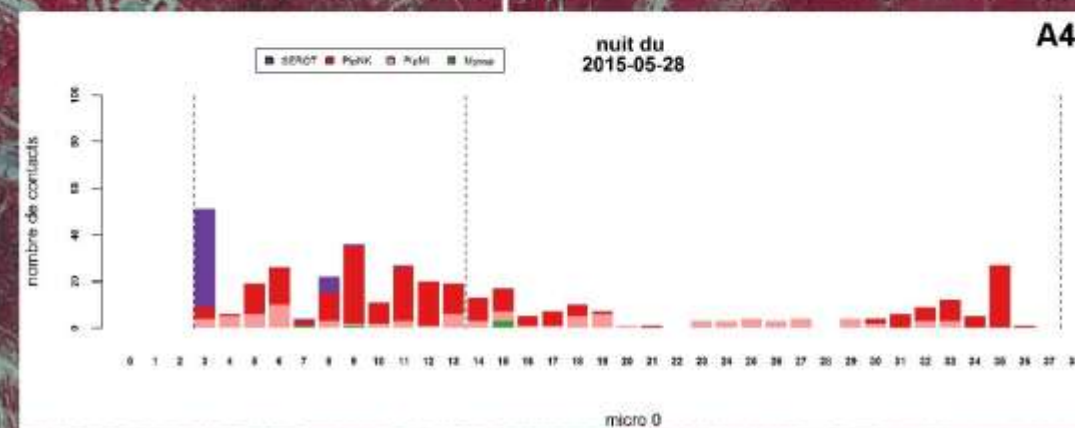
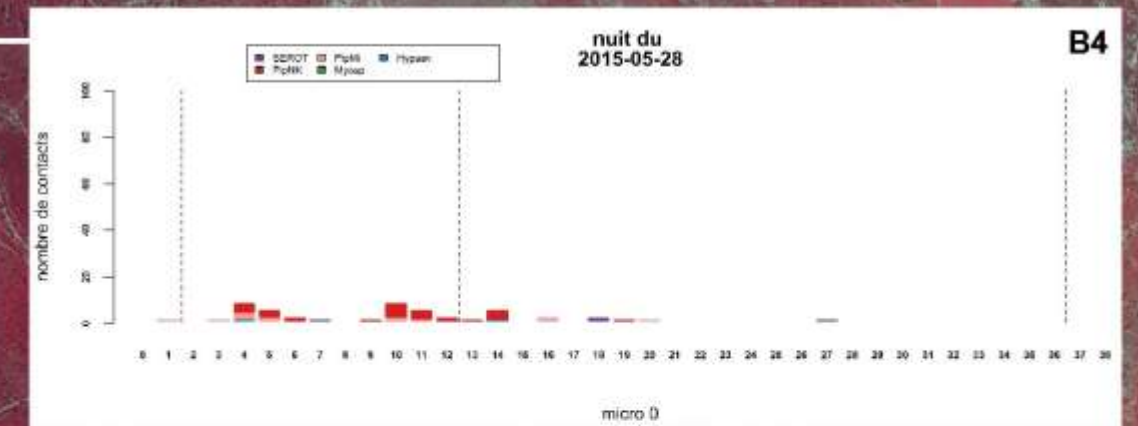
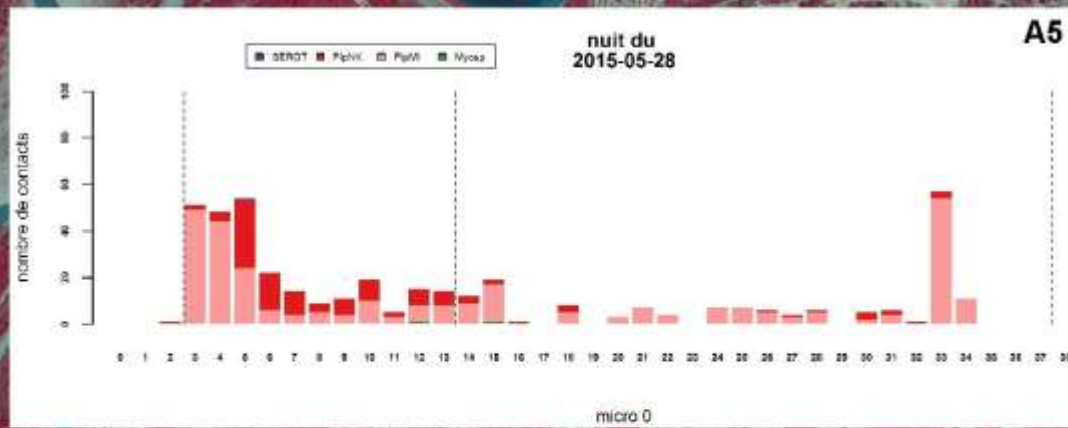
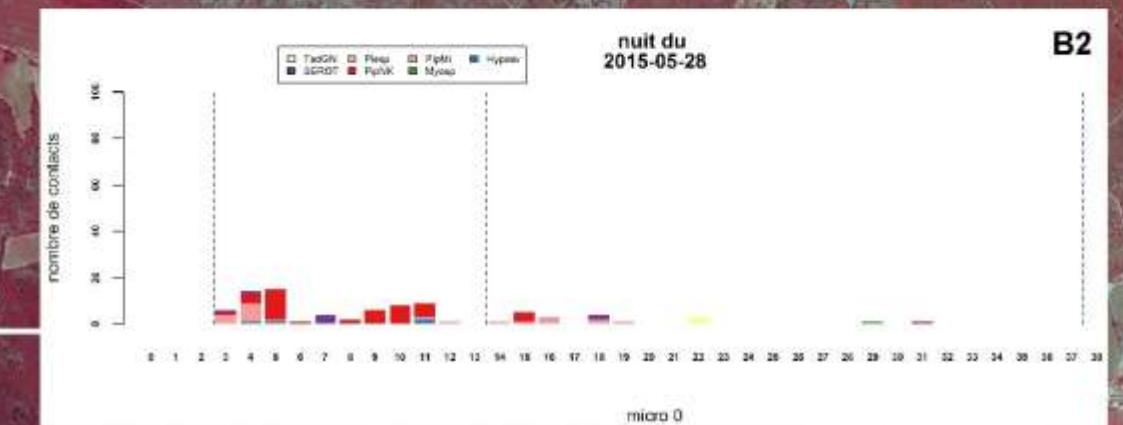
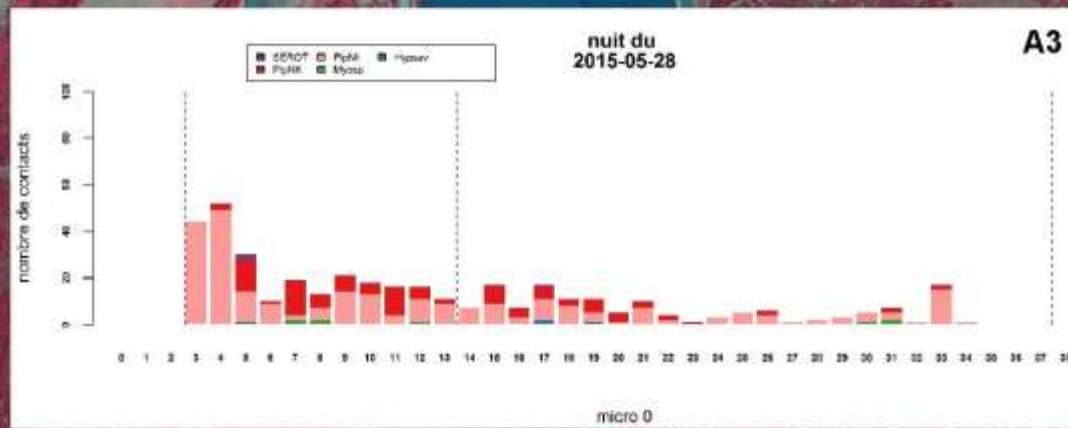
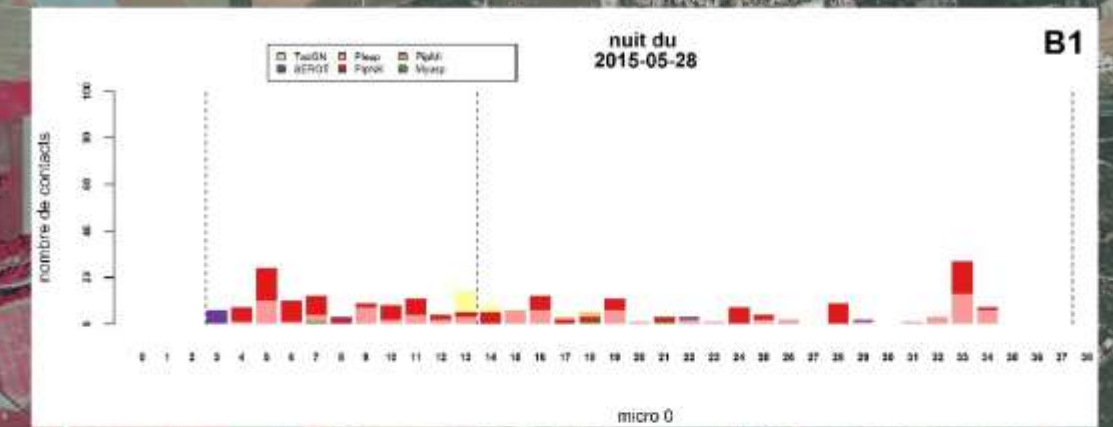
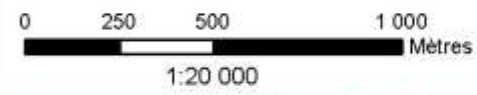


N



28 mai 2015

- < 40 contacts /5min
- 40 contacts et + /5min



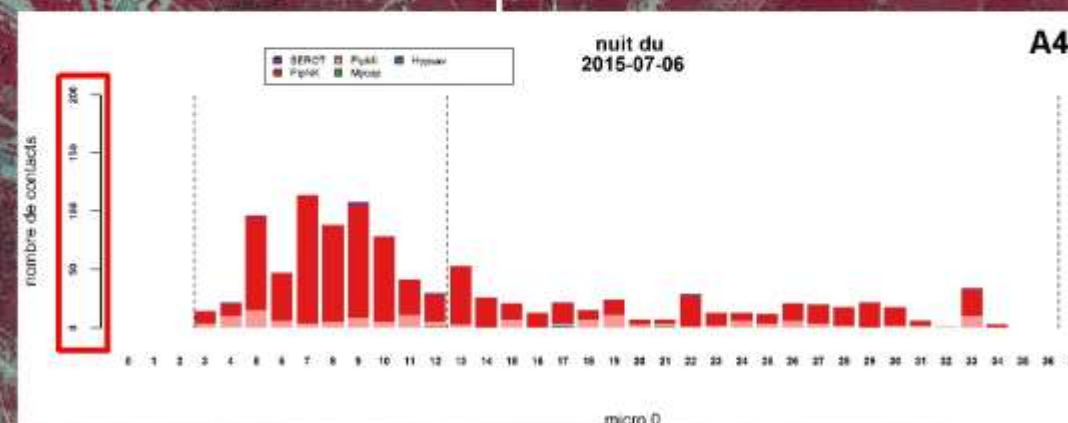
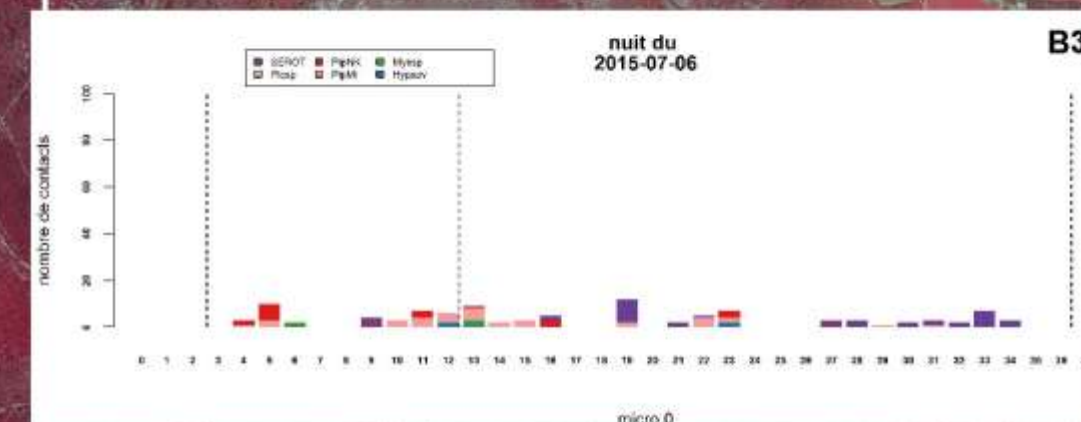
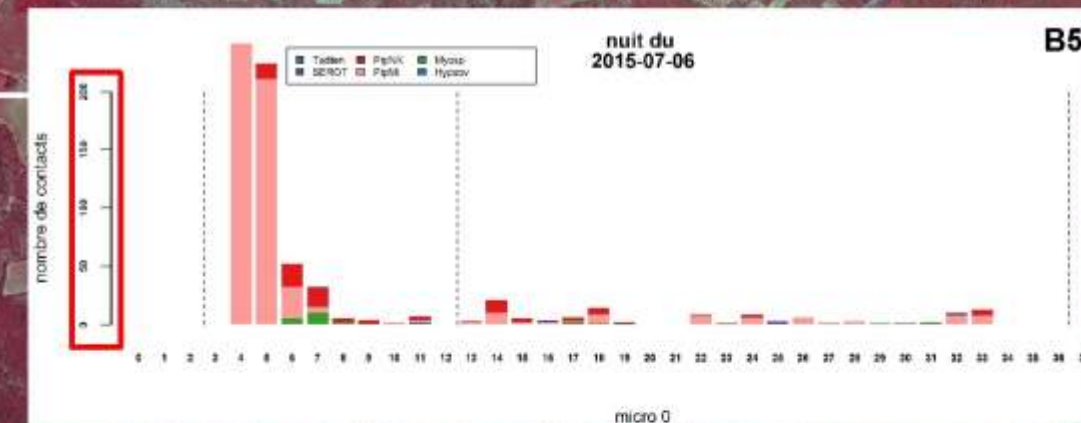
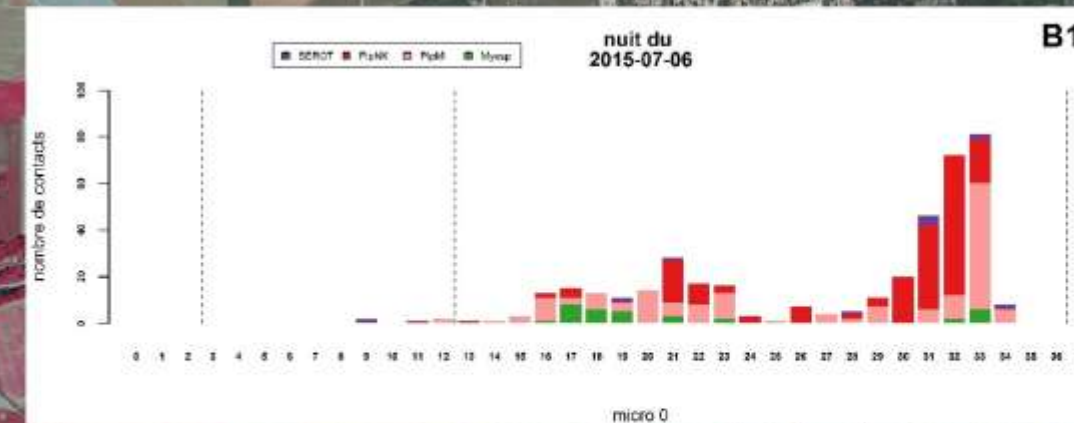
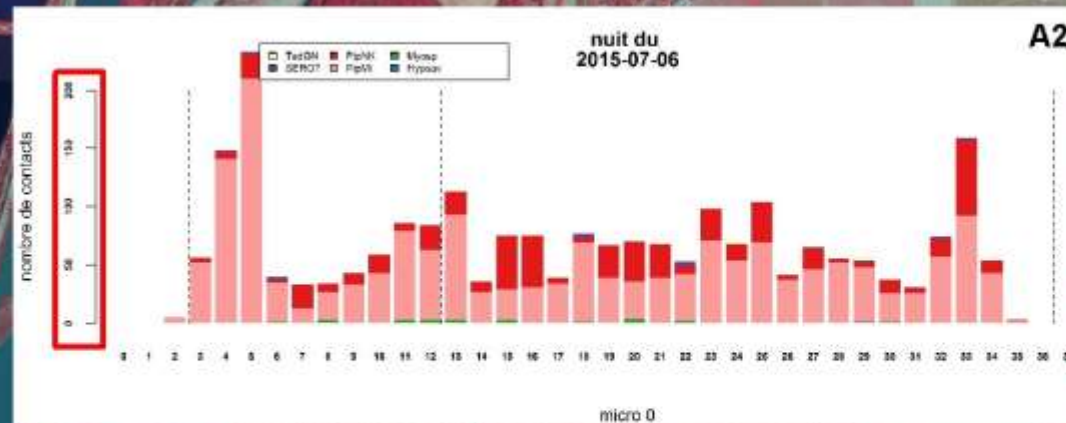
Carte n°6c

Phénologie de l'activité 6 juillet 2015

● SM2BAT



0 250 500 1 000
Mètres
1:20 000



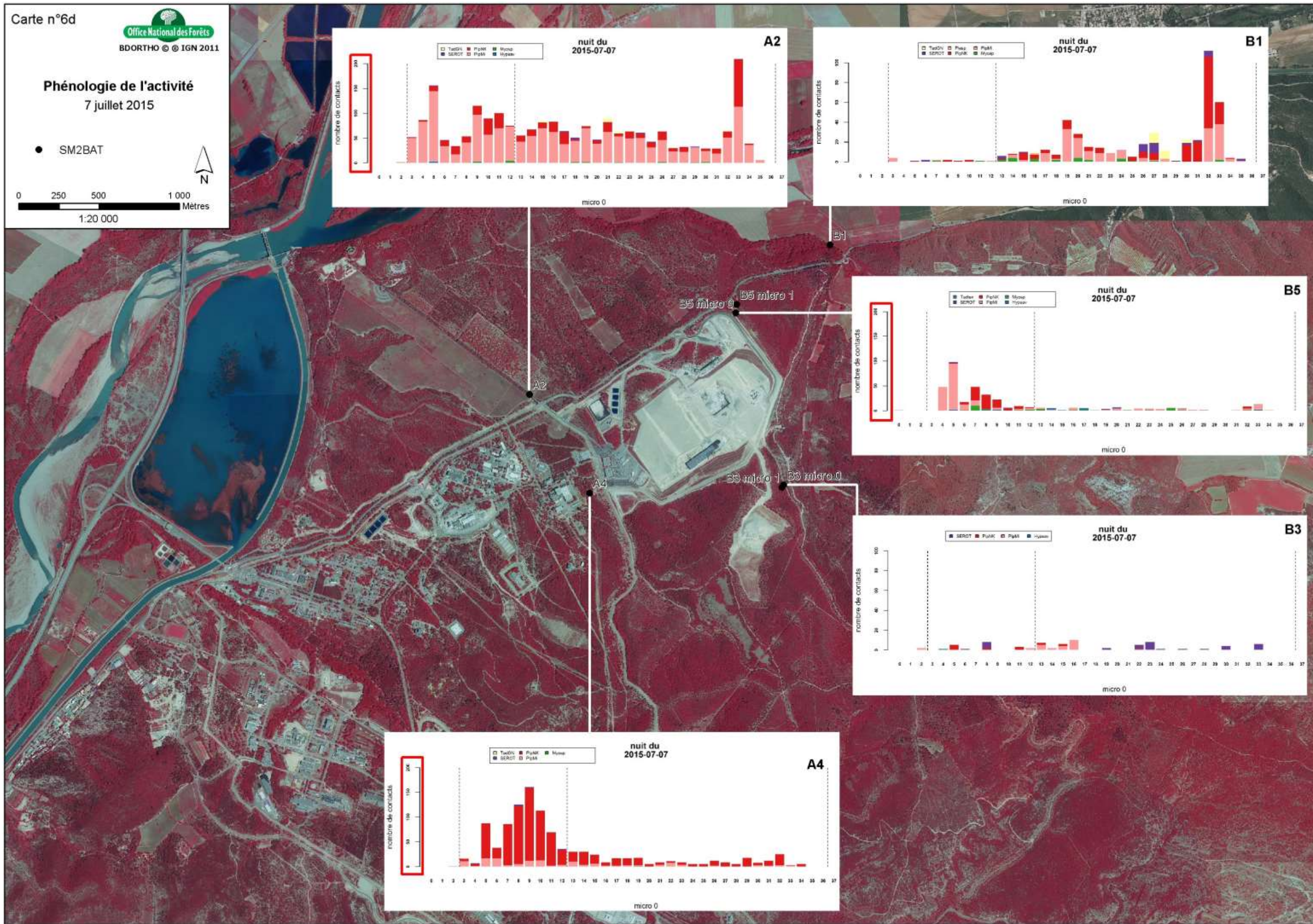
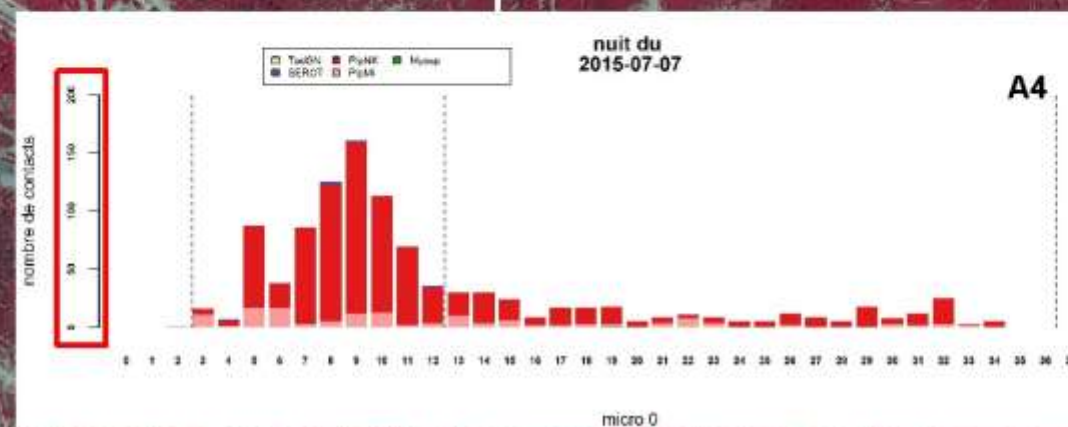
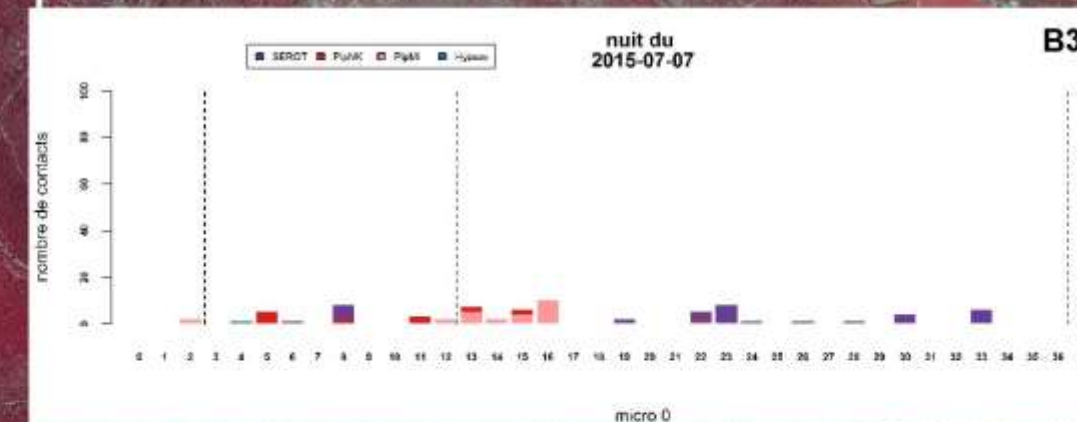
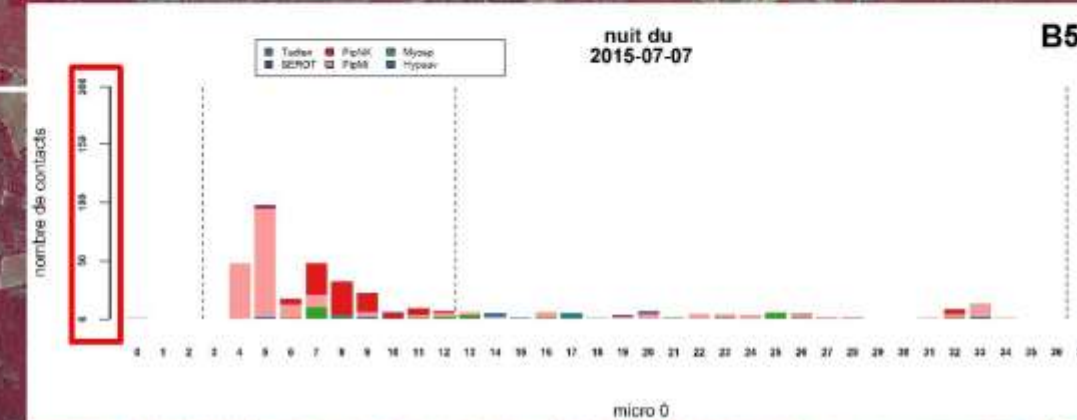
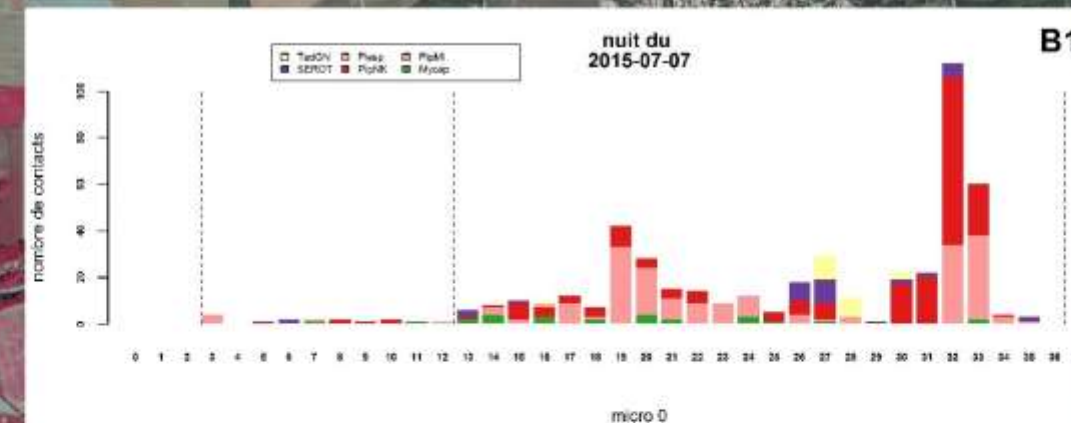
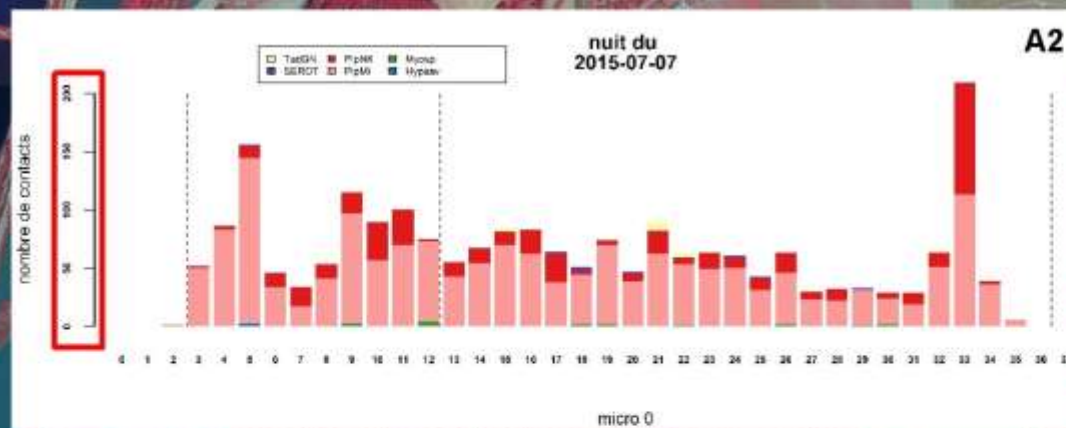
Carte n°6d

Phénologie de l'activité 7 juillet 2015

● SM2BAT



0 250 500 1 000
Mètres
1:20 000



Cette étude a été réalisée par une équipe composée de :

- Olivier VINET – ONF – Chef de projet environnement
- David SARREY – GCP – Chargé de mission chiroptères
- Florence GOHON – ONF – Stagiaire
- Jean-Christophe GATTUS – ONF – Chef de projet environnement
- Vincent PARMAIN – ONF – Chef de projet environnement
- Jérémie GARIN – ONF – Chef de projet environnement
- Franck FINOT – ONF – Membre du réseau national Mammifères

Agence territoriale Gard Hérault
505 rue de la Croix verte
34 094 MONTPELLIER Cedex 05
04 67 04 66 99
ag.herault-gard@onf.fr



www.onf.fr

Etablissement Public Certifié ISO 9001 et ISO 14001 pour les activités "Cœur de métier" relatives à la gestion durable des forêts publiques



PEFC 10-4-4 / Promouvoir la gestion durable de la forêt / pefc-france.org