

numéro 3
2019

Plumme de



Revue pour la libre expression des connaissances en sciences naturelles





Equipe éditoriale

Michel BARATAUD, Gaëlle CAUBLOT, Frédéric CHICHE, Jean-François CORNUET, Jean-François DESMET, Ondine FILIPPI-CODACCIONI, Philippe GRIMONPREZ, Marie LE ROUX et Angélique MOREAU.

Ont contribué à ce numéro :

• Textes :

Sébastien ALBINET, Michel BARATAUD, Loïc BELLION, Aurélien BESNARD, Doriane BRENON, Amaury CALVET, Jean-Michel CATIL, Jean-François CORNUET, Aurélien COSTES, Thomas CROZE, Ludivine DELAMARE, Sandrine FAURE, Marien FUSARI, Sylvie GIOSA, Pierre GRISVARD, Philippe KRAEMER, Brice LABORDE, Cyril LABORDE, Frédéric LAGARDE, Shirley LAURENT, Patrice LUCCHETTA, Guillaume MARCHAIS, Cloé MARCILLAUD, Mathieu MENAND, David NAUDON, Jérôme ROBIN, Lénaïc ROUSSEL, Mattias PEREZ, Olivier SWIFT, Vincent TERNOIS, Oriane TOURNAYRE et Patrick TRIPLET.

• Photographies (1^{ère} de couv.) :

Sébastien ALBINET, Stéphane AUGROS, Michel BARATAUD, Jean-François CORNUET, Christian COUARTOU, Pascal GIOSA, Laurent JOUBERT, Cyril LABORDE, Christian MALIVERNEY et Olivier SWIFT.

L'ESPRIT DE LA REVUE

Plume de Naturalistes est une revue francophone libre, participative et gratuite, ouverte à tous les thèmes des sciences de la Vie et de la Terre, et toutes les formes d'expression (article, essai, expression artistique...).

L'objectif de la revue est d'aller à la rencontre des personnes et structures produisant des études naturalistes restant souvent à l'état de rapport interne, pour proposer une diffusion sur le support de leur choix (une liste des revues existantes est proposée sur le site plume-de-naturalistes.fr) ; le but de Plume de Naturalistes n'est pas son propre succès mais l'incitation à la diffusion des connaissances.

Habituée du principe que la diffusion de la connaissance appartient à ceux qui la produisent, l'équipe éditoriale est accessible à tous les auteurs motivés par la gestion de la revue. Les auteurs de manuscrits sont libres du choix de leurs relecteurs, ces derniers s'engageant à être des conseillers respectueux et non des censeurs arrogants.

Le choix final de la publication d'un manuscrit appartient à son auteur, puisque la revue ne défend pas sa propre réputation selon une norme imposée, mais se veut le reflet de la disparité du monde naturaliste, chaque auteur assumant la responsabilité de ses écrits et chaque lecteur étant invité à exercer ses capacités de libre arbitre.

SOMMAIRE

Jean-François CORNUET

Les apports de la vidéo au ralenti pour l'étude des comportements en vol du Martinet noir (*Apus apus*) en période de reproduction

Partie 1. Le toilettage

p.1

Contribution of slow motion video for in flight behavioural study in the Common Swift (*Apus apus*) during the breeding period

Part 1. Grooming

p.55

Cyril et Brice LABORDE

Caractérisation des préférundums de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) en termes de micro et de méso habitats en lien avec son poisson hôte sur la haute vallée de la Vienne (Limousin, France)

p.109

Cyril LABORDE, David NAUDON, Cloé MARCILLAUD & Aurélien BESNARD

Étude de la dynamique de population de la Moule perlière sur la Vienne par des modèles d'abondance à mélange N-mixture

p.123

Sébastien ALBINET, Jérôme ROBIN, Amaury CALVET, Jean-Michel CATIL, Aurélien COSTES, Pierre GRISVARD, Patrice LUCCHETTA, Mathieu MENAND & Marien FUSARI

Nouvelles stations de Crustacés Branchiopodes à l'ouest de l'Occitanie

p.139

Loïc BELLION

« Kuhl-de-sac » ? Des signaux atypiques de type sonar-social chez *Pipistrellus kuhlii*

p.163

Michel BARATAUD

Réflexion autour de la « capturabilité » au filet des chiroptères d'Europe. Proposition d'application de coefficients de correction de la variabilité interspécifique

p.167



suite du sommaire ➤

Michel BARATAUD, Sylvie GIOSA & Frédéric LAGARDE

Activité de chasse des chiroptères dans les forêts feuillues jeunes versus matures du PNR de Millevaches en Limousin

p.175

Vincent TERNOIS

Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux
État des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (actualisation 2018)

p.195

Pierre GRISVARD

Observation d'un comportement reproducteur d'une Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* dans une station d'épuration

p.213

Lénaïc ROUSSEL, Mattias PEREZ & Thomas CROZE

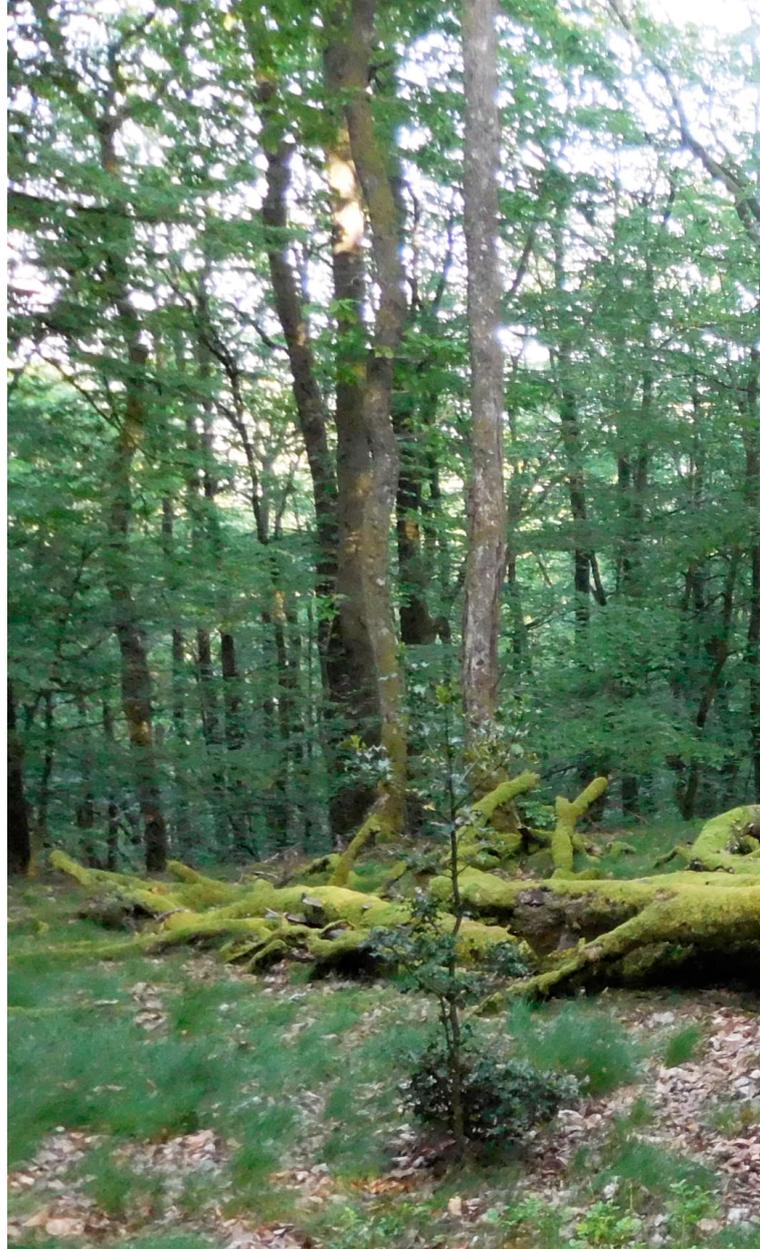
Découverte d'une colonie de Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* dans un lieu atypique du département des Alpes -Maritimes

p.221

Sandrine FAURE

La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) sur le site Natura 2000 « Etangs du Nord de la Haute-Vienne » : localisation des sites de ponte et déplacements

p.227



Oriane TOURNAYRE

Génétique des populations et biologie de la conservation du Grand Rhinolophe
p.249

Guillaume MARCHAIS

Suivi acoustique des chiroptères à l'observatoire de l'Étang du Ravoir (Loiret) en 2018

p.259

suite du sommaire ➤



© Michel BARATAUD

Olivier SWIFT & Ludivine DELAMARE
Redescription of calls of the Boettger's
lizard, *Gallotia caesaris gomerae* from
La Gomera, the Canary Islands, with the
description of two different types of calls
p.269

**Doriane BRENON, Shirley LAURENT,
Philippe KRAEMER & Patrick TRIPLET**
La reproduction du Gravelot à collier
interrompu (*Charadrius alexandrinus*)
dans l'estuaire de l'Authie (Somme)
entre 2005 et 2019
p.277

À DÉCOUVRIR
également
dans ce numéro :

Poèmes
p.293

La nature en littérature
p.297

La nature en musique
p.321

Les apports de la vidéo au ralenti pour l'étude des comportements en vol du Martinet noir (*Apus apus*) en période de reproduction

Partie 1 Le toilettage

Par **Jean-François CORNUET**
(jfc@jfcornuet.info)

Résumé

En 2017 et 2018, aux mois de mai, juin et juillet, 65 jours ont été consacrés à l'observation avec prises de vue de Martinets noirs (*Apus apus*) en vol au-dessus d'une petite colonie urbaine de la banlieue de Paris (France).

Le premier objectif de ce travail était de pouvoir saisir en vidéo les différents comportements de l'oiseau en vol. Les premiers essais ont montré que seul le suivi du vol avec prise de vue au ralenti permettait d'obtenir des données vidéos exploitables. Le choix du matériel se porta sur le boîtier hybride Panasonic GH5 qui venait d'être mis sur le marché en avril 2017. Cet appareil permet de filmer en HD à une cadence de 180 im/s, soit un ralenti de 6 fois (17 %). Avec son ergonomie d'appareil photo et son viseur électronique facilitant la mise au point manuelle (Focus Peaking), il convient bien au suivi à main levée du vol très rapide du Martinet dans le ciel. Près de 1400 vidéos ont été capturées



avec le GH5 équipé d'un téléobjectif. Les différents types de vols (battu, plané, inversé...) ainsi que des comportements sociaux (vol en dièdre, vol en duo...) représentent 64 % des vidéos.

Les captures de proies en vol représentent 25 % des vidéos.

Enfin, 11 % des vidéos présentent des comportements variés de toilettage en vol. Ce sont ces derniers qui sont analysés dans ce premier article.

Posés dans le nid, les adultes nicheurs et les immatures en prospection consacrent une partie de leur temps à entretenir leur plumage au cours de séances de toilette individuelle ou réciproque entre les deux partenaires.

En dehors de la période de reproduction, les martinets passent toute leur vie dans le ciel. Ils ont donc dû développer des comportements particuliers de toilettage en vol.

Avec les capacités d'extension du cou et la souplesse générale du corps, le martinet utilise son bec pour se toiletter non seulement la poitrine et le ventre mais aussi le dos. En se cambrant fortement, il est capable d'atteindre la glande uropygienne. Il arrive même à lisser les rectrices.

Ses pattes, bien que courtes, lui servent principalement à gratter énergiquement la tête et le cou. Comme toutes les espèces qui arrivent à se gratter la tête en vol, le Martinet noir utilise la méthode directe en passant la patte par-dessous l'aile pour atteindre la tête.

À côté de ces gestes classiques de toilettage, le martinet associe différents types de figures acrobatiques en vol que la vidéo au ralenti permet de décrire avec précision. L'oiseau secoue l'ensemble de son corps, frotte ses ailes l'une sur l'autre, fait des torsions très rapides de la tête avec le bec ouvert ou fermé.

Nous montrons ainsi que le Martinet noir

est tout à fait capable d'assurer en vol l'entretien complet de son corps. Pour limiter la perte d'altitude inhérente à ces toilettages en vol, l'oiseau a développé trois stratégies complémentaires :

- il anticipe la perte d'altitude par un court vol ascensionnel préalable,
- il réduit la perte d'altitude en augmentant la portance par un vol plané,
- il réduit la perte d'altitude par la rapidité du comportement d'une durée inférieure ou égale à la seconde.

Cette brièveté est une des raisons majeures qui explique que ces comportements ont été jusqu'à ce jour peu étudiés dans le détail. Seul un ralenti suffisant d'une prise de vue continue à faible distance en permet une description précise. Enfin dans ses postures acrobatiques, le Martinet cherche à conserver en permanence une bonne perception de son environnement en maintenant l'inclinaison du plan frontal égale ou proche de 0° par rapport à l'horizon à l'aide de mouvements coordonnés des ailes, des pattes et de la queue.

À partir de cette analyse, un premier répertoire comportemental du toilettage en vol est proposé pour le Martinet noir. L'extension de cette étude aux autres espèces d'oiseaux fait apparaître des caractères communs aux groupes pratiquant le toilettage en vol :

- des ailes plutôt longues et effilées traduisant d'excellentes capacités volières et une aptitude à passer l'essentiel de leur vie dans le ciel pour se nourrir, pour effectuer de longs déplacements, ...
- deux comportements de toilettage plus fréquents : le grattage de la tête et du cou à l'aide d'une patte et la toilette de la face inférieure avec le bec.

Introduction

Depuis près d'un siècle, les martinets noirs (*Apus apus*) ont fait et continuent de faire l'objet de très nombreuses observations et études. Ulrich Tigges, webmaster du site www.commonswift.org, a recensé jusqu'à l'année 2016 près de 6000 publications concernant cette espèce. Tous les aspects de la biologie et de l'éthologie de l'espèce ont été abordés avec pour seules limites les techniques d'observation dans la nature. De nombreuses études ont également été menées en laboratoire sur les capacités aérodynamiques étonnantes de cet oiseau. Nous savons que le Martinet noir passe l'essentiel de sa vie dans les airs pour se déplacer, migrer, se nourrir, se toiletter, dormir, trouver les matériaux pour son nid, à l'occasion s'accoupler...

Ses faits et gestes, quand il est posé au nid sous le toit d'une maison, sont bien connus car leurs observations ne posent pas de vrais problèmes techniques. En revanche ses comportements aériens sont bien plus difficiles à décrire en détail. La taille réduite de l'oiseau (42 à 48 cm d'envergure), son vol rapide (10 m/s en moyenne) et la brièveté des comportements sont les principaux problèmes à résoudre pour accéder à cette connaissance. Heureusement à proximité des sites de reproduction, les individus peuvent être observés en vol à une distance correcte pendant des heures. L'observation visuelle a permis la description des deux grands types de vols : le vol plané et le vol battu. Mais les

observateurs ont été confrontés à des difficultés d'interprétation de certains comportements très rapides, de durée inférieure ou égale à la seconde. À la fin des années 1960, des auteurs (OEHME, 1968 ; ROTHGÄNGER, 1973) ont commencé à utiliser des appareils de prises de vue argentiques pour tenter de saisir ce qui échappait à l'œil de l'observateur. Ces pionniers ont été les premiers à décrire des comportements très brefs comme le vol inversé ou des postures associées aux soins du plumage. Mais apparemment, ils ne furent pas suivis par d'autres dans cette voie. J'ai pratiqué la photographie de martinets en vol, d'abord modestement en argentique (1979) puis de manière plus intensive en numérique de 2007 à 2012. Sur les milliers d'images que j'ai prises, la très grande majorité ne montre que des postures de vol sans comportement particulier. J'ai tout de même obtenu quelques images spectaculaires de captures de proies, une image de toilettage où l'oiseau se gratte la tête avec ses griffes et des postures plus difficiles à interpréter.

En 2017, la sortie du boîtier hybride Panasonic Lumix GH5 m'apporta la possibilité de filmer en FHD (1080p) à la cadence maximum de 180 im/s. La lecture à 30 im/s des rushes tournés à 180 im/s allait pour la première fois me faire découvrir au ralenti les détails de comportements très brefs. Les vidéos ont été classées en 3 catégories (**Tableau 1**).

Tableau 1.

Répartition des vidéos tournées en 2017 et 2018

	2017	2018	2017 + 2018
CAPTURES EN VOL	179	169	348 (25 %)
TOILETTES EN VOL	73	80	153 (11 %)
VOLS seuls	267	622	889 (64 %)
Totaux	519	871	1390

Méthodologie

Lieu et périodes de prises de vue

Les observations avec prises de vue ont toutes été réalisées à Bois-Colombes (Hauts-de-Seine, France) à partir du toit de mon pavillon en ouvrant un Velux dans le grenier à une hauteur d'environ 10 mètres au-dessus du sol. Elles se sont déroulées sur 65 jours : 33 jours en 2017 (du 25 mai au 16 juillet), et 32 jours en 2018 (26 mai au 19 juillet) entre 6 h et 11 h du matin (en moyenne 4 h par matinée).

Quelques couples de martinets noirs nichent sous les toits de certains pavillons et bâtiments de cités situés aux alentours. Les premiers individus sont observés régulièrement dans la dernière semaine d'avril ou la première semaine de mai. Il s'agit d'adultes nicheurs qui s'installent rapidement et discrètement dans leurs sites habituels de nidification.

Les effectifs augmentent à partir de la dernière décade du mois de mai avec l'arrivée progressive d'immatures de 1^{re}, 2^e et 3^e année. Non reproducteurs sauf exception, ils se mêlent aux adultes en cours de reproduction et prospectent des sites potentiels de nidification pour les prochaines années. Les effectifs de la colonie chutent brutalement à partir du 20 juillet.

Matériel de prise de vue

J'ai utilisé un APN hybride, le Panasonic Lumix GH5 sur lequel j'ai monté un objectif Nikkor 4/300 AFS à l'aide d'une bague de conversion Novoflex. Avec un coefficient multiplicateur de 2, la focale équivalente en 35 mm est de 600 mm. Des prises de vue ont également été faites avec le téléconvertisseur TC14 (x 1,4) associé au 4/300 ; la focale équivalente en 35 mm est alors de 840 mm.

Les réglages du GH5 sont les suivants :

- Mode d'exposition : M
- Format d'enregistrement : MOV
- Qualité d'enregistrement FHD 8bits 100M 30p
- Cadence variable : 180 im/s
- Stabilisation du boîtier : focale 300 mm
- Sensibilité : 400 isos
- Style photo mode DCINÉ ou Cinelike D
 - Contraste : - 5
 - Netteté : - 5
 - Réduction du bruit : 0
 - Saturation : - 5
 - Teinte : 0
- L'optique est généralement fermée à f8
- La vitesse varie selon la luminosité entre 1/400^e et 1/2000^e.
- Sur ciel clair, je surexpose pour que le martinet ne soit pas qu'une silhouette noire sur un ciel blanc.

Le viseur des appareils hybrides est électronique. La mise au point manuelle est facilitée par le Focus Peaking, fonction qui affiche dans le viseur un liseré de couleur vive sur les contours des objets se trouvant dans le plan de netteté.

Pour la mise au point manuelle sur ciel bleu, j'ai opté pour un affichage monochrome avec un Focus Peaking de couleur jaune d'or. Ainsi je sais que l'oiseau sera net quand sur le fond gris clair du ciel en monochrome, le corps sombre du martinet en vol est délimité par un liseré jaune d'or.

La cadence variable de 180 im/s est-elle suffisante pour filmer correctement le Martinet noir en vol ?

La cadence maximale sur le GH5 est de 180 im/s. La vidéo en lecture à 30 im/s montre un ralenti de 6 fois. Ce ralenti convient pour la plupart des oiseaux en vol. Par contre pour le Martinet noir c'est à peine suffisant car l'oiseau n'est pas très grand (42 à 48 cm d'envergure), son vol est rapide avec des changements brusques

de direction et de vives accélérations. J'obtiens un meilleur confort de lecture et par suite une analyse plus précise des vidéos en leur appliquant un ralentissement logiciel de 50 %. Dans le logiciel de montage, le ralenti est produit par interpolation avec la création d'images intermédiaires. Pour le Martinet noir, le meilleur compromis serait de filmer avec une cadence variable de 360 im/s. Des caméras spécialisées (Photron, Phantom...) sont capables de telles performances et même bien au-delà. Hormis leurs prix sans commune mesure avec celui d'un GH5, elles ne conviendraient pas au suivi d'un Martinet en vol en raison de leur ergonomie. Dépourvues de viseur électronique, elles ne permettent pas par exemple le suivi (cadrage et mise au point) d'un Martinet noir en vol.

Quelles informations supplémentaires apportent le ralenti à 180 i/s par rapport à la photographie ?

Prenons l'exemple de la photographie ci-dessous d'un martinet noir en vol le bec ouvert avec un insecte volant à quelques centimètre devant lui.

C'est un document rare mais pas exceptionnel. Pour avoir pris quelques milliers de photographies de martinets noirs en chasse, je suis arrivé à saisir quelques images bien nettes d'une telle action. Avec un appareil photo doté d'une bonne cadence de prise de vue (12 im/s) je n'ai jamais vu ni obtenu une séquence d'images montrant ce qui se passe juste avant et juste après le cliché. Or ce genre d'image peut servir de support à une mauvaise interprétation du mode de chasse du Martinet noir. J'ai ainsi été fort surpris de lire sur des pages de sites Internet ornithologiques de bonne réputation que le Martinet chassait en volant le bec ouvert ! Affirmation fausse et étonnante en 2018, sachant que depuis des décennies le problème avait été tranché par d'éminents ornithologues (LACK, 1956, GÉROUDET, 1980, MAYAUD 1936...). Sur les centaines de captures que j'ai pu filmer au ralenti, on voit que la durée d'ouverture/fermeture du bec est si courte qu'elle se mesure en centièmes de seconde. La vidéo au ralenti apporte donc la preuve formelle que le Martinet en chasse garde le bec fermé entre chaque capture.



Technique de prise de vue

Le Martinet noir se déplace vite dans le ciel, en moyenne à 10 m/s au printemps sur le site de nidification. Le suivi de l'oiseau ne peut pas être effectué avec l'appareil fixé sur un trépied équipé d'une rotule fluide. Il faut travailler à main levée comme en photo, debout et bien stable sur ses jambes pour être réactif et efficace dans les mouvements de suivi.

J'ai pratiqué la photo du Martinet noir en vol entre 2007 et 2012. J'ai toujours travaillé avec le même objectif Nikkor 4/300 AFS en autofocus avec un Nikon D2X puis Nikon D3. Quand l'autofocus accroche l'oiseau, une rafale à 5 ou 10 im/s permet avec l'habitude d'obtenir des images bien nettes.

En vidéo à 180 im/s, aucun système autofocus actuel n'est capable d'ajuster en continu la mise au point sur un sujet aux déplacements aussi rapides. D'ailleurs l'autofocus est automatiquement désactivé sur le GH5 quand il est réglé en cadence variable pour le ralenti.

Pour une bonne mise au point manuelle, il faut un objectif avec une bague de mise au point souple et précise. La situation la plus délicate à gérer est celle où l'oiseau arrive de face vers l'opérateur car il faut à la fois garder l'oiseau dans le cadre et ajuster la mise au point en continu au fur et à mesure que l'oiseau s'approche de l'appareil.

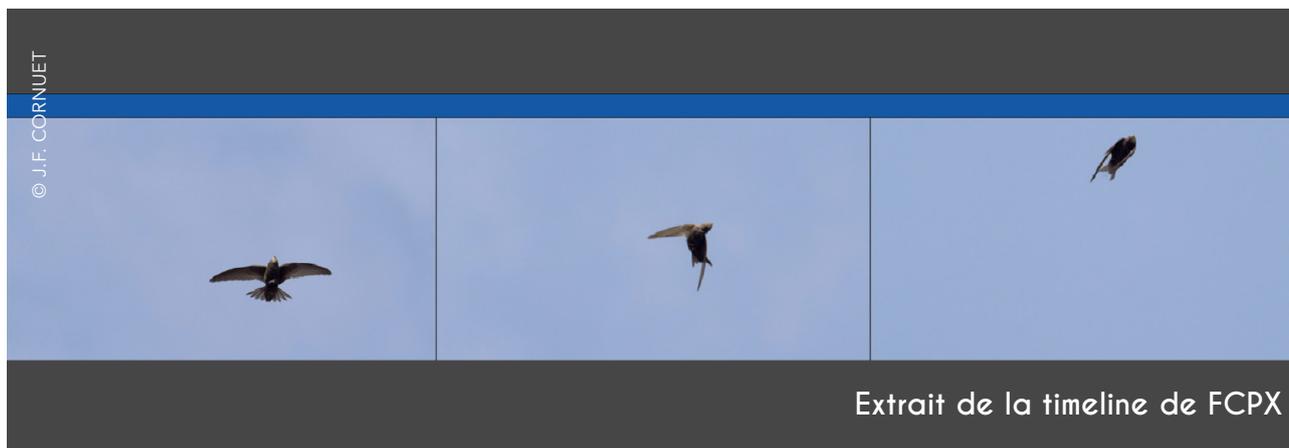
Traitement des vidéos

Sur les vidéos originales non ralenties en post-production, la durée des comportements et, pour certains vols, la fréquence des battements des ailes ont été calculés, en se basant sur la durée d'une image (1/180 s) : par exemple un comportement qui se déroule sur 240 images dure $240/180 = 1,33$ s.

Le traitement des vidéos (colorimétrie, netteté) ainsi que l'analyse et le comptage des images ont été faits dans le logiciel de montage Final Cut Pro X d'Apple, en affichant le temps en images. Avec le logiciel Compressor d'Apple, une exportation en une séquence d'images TIFF a facilité la production des planches de vignettes descriptives des comportements, illustrant cet article.

Analyse des vidéos

Chaque type de toilettage est décrit à partir d'exemples présentés sous la forme d'une planche légendée de vignettes extraites d'une vidéo. Les intervalles de temps entre chaque image sont précisés au millième de seconde. La durée moyenne et la fréquence du comportement sont calculées. Une discussion est initiée en se basant sur les données de la bibliographie.



Comparaison avec d'autres espèces

L'étude des comportements du Martinet noir en vol m'a conduit à faire des comparaisons avec d'autres espèces.

Au mois d'août 2018, près du sommet de la Bourgeoise (Samoëns, Haute-Savoie, France), à l'altitude de 1760 m, j'ai filmé des groupes de Martinets à ventre blanc (*Tachymarptis melba*) chassant au-dessus de crêtes herbeuses. J'ai pu saisir au ralenti des capture de proies mais également

des comportements de toilettage en vol présentant de nombreuses similitudes avec ceux observés chez le Martinet noir. En recherchant dans mes images et mes vidéos, j'ai trouvé quelques scènes de toilettage en vol chez différentes espèces d'hirondelles, de rapaces...

J'ai enfin étendu la recherche aux images trouvées sur Internet pour lesquelles j'ai mis les liens directs vers les pages correspondantes.



Introduction aux toilettes en vol

Pendant les deux périodes d'étude (25 mai - 16 juillet 2017 ; 26 mai - 19 juillet 2018), les adultes nicheurs consacrent une partie du temps passé au nid pour entretenir leur plumage au cours de séances de toilette individuelle ou réciproque entre les deux partenaires.

Par contre, les individus immatures ou qui ne se reproduisent pas faute de conditions favorables n'ont pas ou peu l'opportunité de se poser les premières années. Ces individus n'ont pratiquement que le ciel pour prendre soin de leur corps, à moins qu'ils ne se posent, seuls ou en couple, lors de la prospection de futurs sites de reproduction.

Au minimum deux problèmes d'hygiène corporelle se posent au Martinet noir :

- comme pour tous les oiseaux il doit assurer un entretien classique du plumage pour lui conserver ses qualités : le débarrasser des poussières et souillures, réarranger les barbes et barbules des plumes...

comme de nombreux oiseaux, il héberge des parasites qui s'accrochent à ses plumes ou sa peau, dont le plus connu est la **Cratérine du martinet** (*Crataerina pallida*), insecte hématophage de l'ordre des Diptères, de la famille des Hippoboscidés. Cet ectoparasite qui prélève du sang dès le stade poussin est fréquent chez le Martinet noir.

L'usage de l'eau pour se laver existe chez le Martinet noir. Pour mouiller son plumage :

- il peut frapper en vol sa face ventrale sur la surface d'un lac ou d'un étang ;
- il peut profiter de la pluie, bien que les martinets ne semblent pas trop l'apprécier.

Ces comportements n'ont pas été observés dans cette étude, mais sont bien connus (**BERSOT, 1931**) et **documentés**.

En vol, le Martinet noir entretient son plumage de différentes façons :

- avec le bec pour atteindre le dos, les rectrices, la poitrine...
- avec les pattes pour se gratter ;
- avec des contorsions, accompagnées de battements et frottements des ailes sur le corps. (**Tableau 2**).

Tableau 2.

Les différents comportements de toilettage étudiés chez le Martinet noir

		2017	2018	2017 - 2018	
Toilette avec le bec	Dos et couvertures supérieures	24	33	57	37,25 %
	Rectrices	2	1	3	1,96 %
	Poitrine et ventre	10	11	21	13,72 %
	Pattes	1	0	1	0,65 %
Toilette avec les griffes des pattes		10	10	20	13,07 %
Toilette avec des mouvements de l'ensemble du corps	Contorsions avec frottements	17	17	34	22,22 %
	Battements des ailes	3	2	5	3,27 %
	Roulis	1	1	2	1,31 %
Toilette par rotation de la tête	Rotation de la tête bec fermé	3	2	5	3,27 %
	Rotation de la tête bec grand ouvert	2	3	5	3,27 %
TOTAUX		73	80	153	100 %

1. Toilette avec le bec

Chez les oiseaux, outre son rôle dans l'alimentation, le bec peut servir à nettoyer le plumage, à réarranger les barbes et barbules des plumes, à se débarrasser des parasites si ceux-ci ne sont pas fixés au corps trop solidement comme les tiques. L'utilisation du bec dans le toilettage est visible sur 82 vidéos.

1.1. Toilette avec le bec, du dos et des couvertures supérieures de la base des ailes

Sur 57 vidéos le déroulement de la toilette des plumes du dos et pour certaines des couvertures supérieures de la base des ailes est visible.

La **Figure 1** montre l'oiseau en partie de profil.

Légendes de la **Figure 1**

- **image 1** : le Martinet noir est en vol battu, rectrices semi-ouvertes ;
- **image 2** : il se stabilise en vol plané, ailes et queue étalées pour une portance maximum ;
- **image 3** : l'oiseau étire le cou, tourne la tête à 180° et fouille avec le bec les plumes du haut du dos et des couvertures de la base des ailes. On note les paupières fermées ;
- **image 4** : dans cette vue de profil, l'oiseau paraît sans tête. Il maintient ses ailes courbées vers l'arrière ;
- **image 5** : la tête revient à sa position initiale ;
- **image 6** : l'oiseau poursuit son vol plané.



Figure 1.

Toilette avec le bec du dos et des couvertures supérieures de la base des ailes

Vidéo





Figure 2.

Toilette avec le bec du dos et des couvertures supérieures de la base des ailes

Vidéo



La **Figure 2** montre une vue de dessous avec la posture typique de « l’oiseau sans tête » de l’image 4.

Légendes de la **Figure 2**

- **image 1** : le Martinet noir s’élève en vol battu ;
- **image 2** : il se stabilise en vol plané, ailes et queue largement étalées pour une portance maximum ;
- **image 3** : l’oiseau amorce la rotation de la tête ;
- **image 4** : l’oiseau toilette les plumes du haut du dos. Dans cette vue de la face ventrale, l’oiseau paraît sans tête. Il cherche à se maintenir en équilibre avec ses ailes dissymétriques dans cet exemple ;
- **image 5** : la tête revient à sa position initiale ;
- **image 6** : l’oiseau poursuit son vol plané.

Durée du comportement

Si on prend comme limites plus précises du comportement le début et la fin de la rotation de la tête vers le dos, sur 57 vidéos, la durée moyenne de la toilette du dos est de 1,00 s.

Fréquence du comportement

Parmi les 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 57 concernent le toilettage du dos soit 37,25 % du total (**Tableau 2**). En 2018, 3 vidéos montrent qu’un même oiseau peut enchaîner successivement 2, 3 et même 6 toilettages du dos. Ces enchaînements doivent être plus fréquents que ne laissent supposer ces 3 données en raison de la difficulté de suivre un individu pendant un certain temps. Dans la vidéo aux 6 toilettages du dos, l’action dure 14 secondes et se termine par un **toilettage par contorsions avec frottement**.

Étude de la trajectoire

L'analyse comparative des 57 vidéos montre un déroulement selon un enchaînement d'actions le long d'une trajectoire en forme de cloche (PICHOT, 2017) (Figure 3) :

- Après un vol battu pour s'élever (ce n'est pas toujours le cas), l'oiseau se met à planer, les ailes bien écartées et la queue déployée en éventail afin d'augmenter la surface de son corps et par conséquent la portance pour limiter la perte d'altitude. Parfois dans ce vol plané préparatoire l'oiseau se dresse la tête vers le haut.
- L'oiseau tourne la tête à 180° vers l'arrière : vu de dessous, il semble avoir perdu sa tête.
- Avec le bec, l'oiseau toilette le plumage de son dos et de la base des ailes

(petites et moyennes couvertures).

- Les ailes peuvent :
 - soit être bien étalées pour maintenir l'inclinaison du plan frontal égal ou proche de 0° par rapport à l'horizon et freiner la descente ;
 - soit reculer en se soulevant ou s'abaissant en même temps que le dos de l'oiseau se cambre plus ou moins.

Discussion

En 1961, D. I. M. WALLACE semble être le premier auteur à avoir mentionné dans la littérature ce comportement chez le Martinet noir dans une note publiée dans *British Birds*.

La note est illustrée d'un croquis (Figure 4).

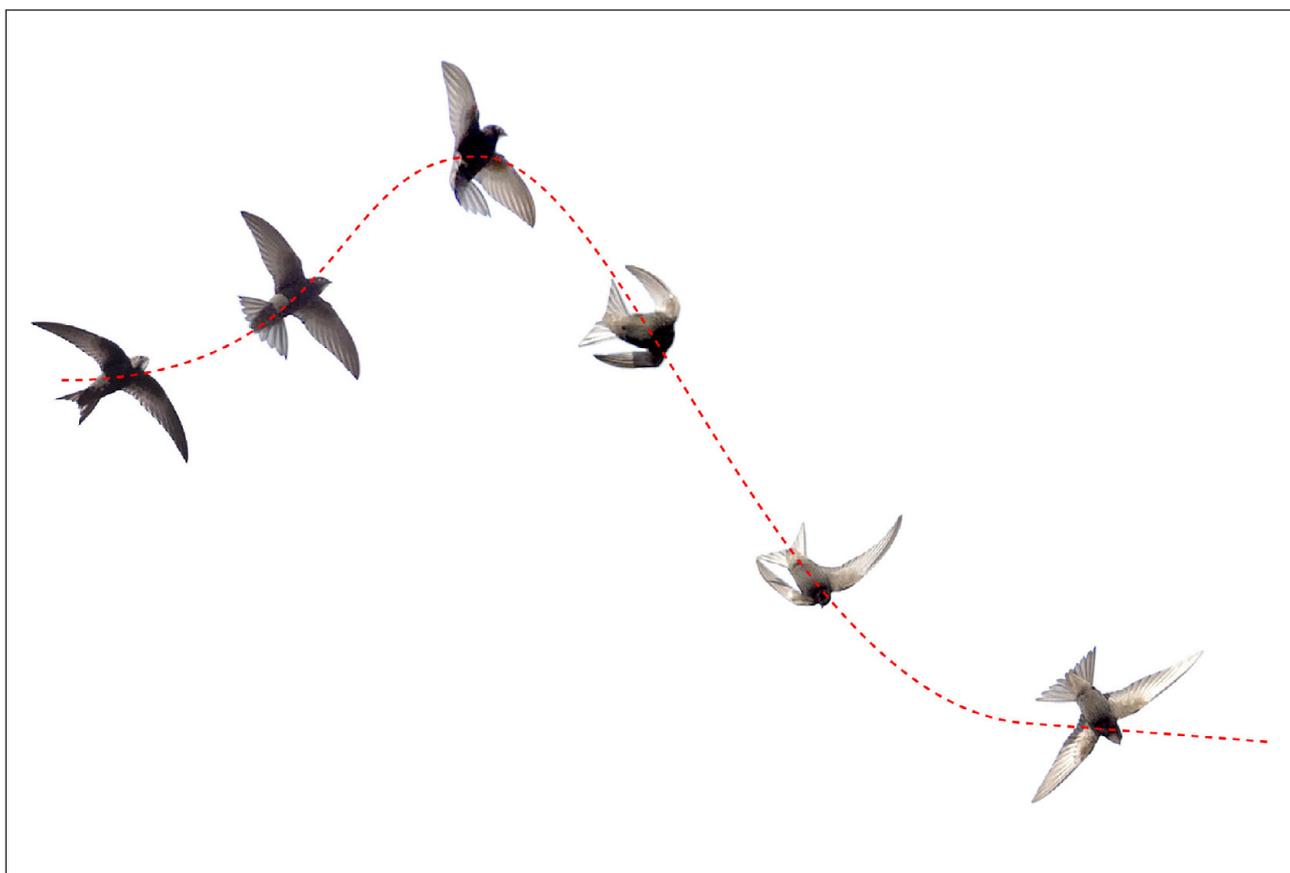
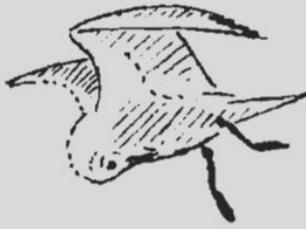


Figure 3.

Trajectoire en forme de cloche pendant la toilette du dos (d'après PICHOT, 2017)

BRITISH BIRDS



Some attitudes adopted by (left to right) Black-headed Gull (*Larus ridibundus*), Swifts (*Apus apus*) with wings elevated and depressed, and White-winged Black Tern (*Chlidonias leucopterus*) when preening in the air (see text) (sketches D. I. M. Wallace)

Figure 4.

Première mention dans la littérature du comportement de toilettage du dos chez le Martinet noir en vol (WALLACE, D.I.M., 1961)

Les deux oiseaux centraux sont des Martinets noirs. Le premier aux ailes relevées se toilette le haut du dos, le second aux ailes abaissées se toilette la poitrine.

En **1973**, G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER, décrivent une rotation de la tête destinée au toilettage.

Der Kopf ist bei diesem Verhalten zur Brust, zum Rücken oder zu einem Flügel gewendet. Dabei werden stoßartige Bewegungen ausgeführt. Die Flugbahn verläuft allmählich ansteigend, bis die Geschwindigkeit derart vermindert ist, daß ein Abflug erfolgt. Die beschriebene Handlung kann sich einige Male wiederholen... Wir sehen in dieser Flugweise eine Säuberungshandlung, bei der zwischen einer aktiven (Anstieg der Flugbahn) und einer passiven Phase (Abflug) unterschieden werden kann.

Ce qui peut -être traduit par :

La tête est tournée vers la poitrine, le dos ou une aile. Pendant ce processus, des mouvements saccadés sont effectués. La trajectoire continue de s'élever jusqu'à ce que la vitesse soit réduite pour que la toilette puisse commencer. L'action décrite peut être répétée plusieurs fois... On interprète ce type de vol comme une action de toilettage dans laquelle on distingue une phase active (élévation) et une phase passive (début du toilettage).

En **1998**, YVES GARINO, décrit un comportement analogue qu'il qualifie de « vol décroché » :

Certains jours, les martinets planent normalement, puis décrochent (dans le sens d'une perte de vitesse) volontairement plusieurs fois consécutives. En même temps, ils semblent nettoyer du bec le bord d'attaque (bord avant) d'une aile... Parfois, plusieurs oiseaux ont ce comportement simultanément, bien qu'ils soient éloignés les uns des autres.

Sa dernière phrase suggère un comportement socialement contagieux, que je n'ai pu observer en raison de mon cadrage serré sur les oiseaux.

En **2017**, CÉCILE PICHOT dans son mémoire de recherche précise la fonction du vol en cloche déjà décrite par ROTHGÄNGER en 1973.

On distingue une phase active (élévation) et une phase passive (début du toilettage)... Enfin, une partie des cloches associées à des têtes sur le dos, sur le ventre ou encore en haut pourrait correspondre à du toilettage. En effet, en observant les martinets à plus fort grossissement, on a pu observer à ces occasions que les martinets touchaient et

fouillaient avec leur bec différentes parties de leur corps (e.g. dos, queue, ailes, cou, ventre, pattes) ... La position en flèche qui est alors adoptée pourrait s'expliquer par le fait que l'oiseau doive se contorsionner pour atteindre les diverses parties de son corps. Cette position entraînant une perte d'altitude, on peut imaginer que la trajectoire en cloche va permettre de diminuer cette perte d'altitude en provisionnant un peu dans un premier temps (cf. partie ascendante de la cloche).

On observe les mêmes postures et mouvements que ceux décrits chez le Martinet noir (**Figure 5**).

Par contre la durée moyenne de ce toilettage est de 1,75 s contre (1,00 s chez le Martinet noir). Cette durée moyenne plus longue (75 %) peut s'expliquer par des dimensions supérieures (25 %) à celles du Martinet noir (**Tableau 3**) lui assurant une meilleure portance quand l'oiseau cesse de battre des ailes pour se toiletter le dos.

Comparaison avec le Martinet à ventre blanc

J'ai filmé 5 comportements de toilettage en vol du dos chez le Martinet à ventre blanc.

Quelques exemples d'images consultées sur Internet à la date du 01/12/2018.

(**Figure 6**)

Tableau 3.
Comparaison des mensurations du Martinet noir et du Martinet à ventre blanc

	Poids	Longueur	Envergure
Martinet noir	42 à 48 g	16 à 17 cm	42 à 48 cm
Martinet à ventre blanc	80 à 120 g	20 à 22 cm	54 à 60 cm



Figure 5.
Martinet à ventre blanc se toilettant le dos en vol.
Posture classique de l'oiseau « sans tête » observée chez le Martinet noir



Figure 6.
Cinq exemples d'images d'oiseaux se toilettant le dos. 1 : Martinet noir ; 2 : Martinet noir ; 3 : Martinet des maisons (*Apus affinis*) ; 4 : Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) ; 5 : Ibis blanc (*Eudocimus albus*) . Pour voir les images sur Internet, cliquer sur les imageriettes (Consultés le 25/11/2018)

1.2. Lissage des rectrices avec le bec

Trois vidéos montrent que l'oiseau est capable d'atteindre en vol les rectrices de la queue pour les lisser. Comme pour la toilette du dos, l'oiseau tourne la tête à 180°. Mais en creusant le dos et en relevant les plumes de la queue, il arrive à saisir dans son bec les rectrices une par une pour les lisser.

Légendes de la **Figure 7** :

- **image 1** : le Martinet noir est en vol plané ;
- **image 2** : l'oiseau tourne la tête ;
- **image 3** : l'oiseau se cambre fortement et redresse verticalement la queue. Il lisse une première rectrice ;
- **image 4** : l'oiseau lisse une 2^e rectrice.
- **image 5** : l'oiseau cesse le lissage, tourne la tête et réduit sa cambrure ;
- **image 6** : l'oiseau poursuit son vol plané.

Durée du comportement

Dans les 2 vidéos de 2017, l'oiseau lisse à chaque fois, en tout et pour tout, 3 rectrices en 1,33 s.

Dans l'unique vidéo de 2018, le lissage d'une rectrice est visible sur 30 images soit une durée de 0,166 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, les 3 concernant le lissage des rectrices représentent 1,96 % du total (**Tableau 2**).

Discussion

Aucune mention précise de l'observation de ce comportement, ni de photographie. La vidéo de la **Figure 7** montre bien que l'oiseau en se cambrant atteint **la glande uropygienne** située près du croupion. Il en préleve la sécrétion avec le bec avant de lisser les rectrices.

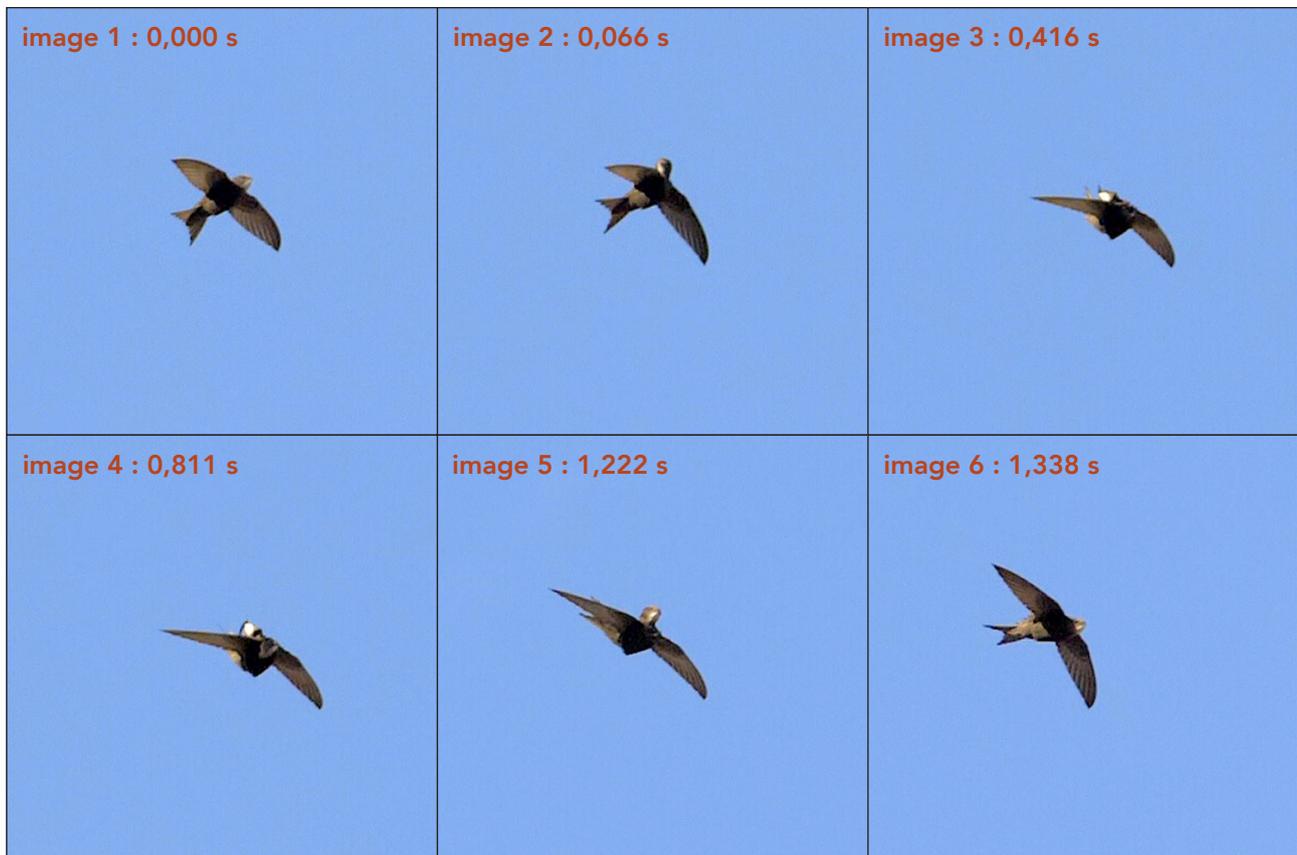


Figure 7.
Toilette avec le bec : lissage des rectrices

Vidéo



1.3. Toilette avec le bec de la poitrine, du ventre et des couvertures inférieures de la base des ailes

Le déroulement de la toilette des plumes de la poitrine, du ventre et probablement des couvertures inférieures de la base des ailes est visible sur 21 vidéos.

Légendes de la **Figure 8** :

- **image 1** : le Martinet noir est en vol plané, mais les rectrices ne sont pas étalées ;
- **image 2** : les paupières fermées*, l'oiseau commence à incliner la tête vers le bas ;
- **image 3** : l'oiseau commence à fouiller avec le bec les plumes de la poitrine ;
- **image 4** : l'oiseau continue à fouiller avec le bec le haut de la poitrine ;
- **image 5** : la tête revient dans sa position initiale ;

- **image 6** : l'oiseau poursuit son vol plané.

*Paupières fermées : **DEREK BROMHALL** en 1980, dans son livre *Devil Bird, The Life of the Swift*, page 52 écrit à propos de la toilette au nid :

« The birds always closed their eyes when preening. »

Citation qu'on peut traduire par :

« Les oiseaux fermaient toujours les yeux quand ils se toilettaient. ».

Sur les 21 vidéos montrant la toilette de la poitrine et du ventre, la vidéo décrite dans la **Figure 8** est le seul où la queue est fermée pendant tout le comportement, alors que dans les 20 autres vidéos les rectrices sont bien étalées pour augmenter la surface du corps et donc la portance.



Figure 8.

Toilette avec le bec des plumes de la poitrine

Vidéo





Figure 9.

Toilette avec le bec des plumes de la poitrine et du ventre

Vidéo



Légendes de la **Figure 9** :

- **image 1** : le Martinet noir se stabilise en vol plané avec la queue bien étalée ;
- **image 2** : l'oiseau penche la tête vers l'avant ;
- **image 3** : il commence à toiletter les plumes de poitrine ;
- **image 4** : il descend progressivement la tête vers le ventre ;
- **image 5** : il toilette les plumes du ventre. Les pattes sortent du plumage ventral ;
- **image 6** : il toilette les plumes du ventre.
- **image 7** : la tête revient progressivement à sa position initiale ;
- **image 8** : les pattes commencent à rentrer dans le plumage ventral ;
- **image 9** : l'oiseau poursuit son vol plané.

Durée du comportement

Si on prend comme limites précises du comportement le début et la fin de la bascule de la tête vers la poitrine ou le ventre, sur les 21 vidéos étudiées, la durée moyenne de la toilette est de 1,00 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 21 concernent le toilettage de la poitrine et du ventre soit 13,72 % du total ([Tableau 2](#)).

Discussion

L'étude du toilettage de la poitrine et du ventre m'a conduit à le comparer avec celui du dos, vu précédemment.

Comparaison entre la toilette du dos et la toilette de la poitrine et ventre

Points communs

1. Les deux comportements ont la même durée moyenne de 1,00 s. Ce sont donc des postures très brèves bien difficiles à observer dans le détail à vitesse normale
2. Dans les deux comportements, l'oiseau plane ailes écartées et queue étalée : il cherche à conserver l'inclinaison du plan frontal égale ou proche de 0° par rapport à l'horizon (TIGGES, 2004). Dans les deux comportements, sur les vues plus détaillées, l'oiseau ferme les yeux.

Points différents

1. La toilette de la poitrine semble poser moins de problèmes au Martinet que la toilette du dos. Elle se différencie d'abord par le fait que l'oiseau garde systématiquement les ailes figées, étalées et symétriques, alors que dans la toilette du dos, les ailes peuvent se déplacer et pas nécessairement de manière symétrique. Dans l'exemple de la **Figure 8**, l'oiseau n'étale même pas les rectrices.
2. L'oiseau pouvant maintenir un vol plané plus efficace afin de réduire la

perte d'altitude, le vol ascensionnel préparatoire à la toilette de la poitrine pourrait être réduit voire absent.

Une vidéo (**Figure 10**) montre que l'oiseau peut enchaîner 3 comportements en 4,35 s :

1. une toilette du dos (durée : 1 s)
2. une capture (durée : 0,033 s)
3. une toilette de la poitrine (durée : 1,10 s)

Comparaison avec le Martinet à ventre blanc

J'ai filmé 3 comportements de toilettage de la poitrine chez le Martinet à ventre blanc (**Figure 11**). Comme pour la toilette du dos, cette espèce montre les mêmes postures et mouvements que ceux décrits chez le Martinet noir. La durée moyenne de ce toilettage (1,33 s) est comme pour la toilette du dos supérieure de 33 % à celle du Martinet noir (1,03 s) certainement pour les mêmes raisons avancées pour la toilette du dos. Des dimensions supérieures assurent une meilleure portance, et par conséquent une perte d'altitude moins importante lorsque l'oiseau cesse de battre des ailes au cours du toilettage.

Comparaison avec d'autres espèces

L'aptitude à réaliser en vol la toilette de la face ventrale (poitrine, axillaires, ventre) semble être partagée par un certain nombre d'espèces d'oiseaux comme le montrent ces images trouvées sur Internet (**Figure 12**).



Figure 10.

Enchaînement rapide de 3 comportements : toilette du dos, capture, toilette de la poitrine



Figure 11.
Martinet à ventre blanc se toilettant la poitrine en vol

Vidéo



Figure 12.
Douze exemples d'images d'oiseaux se toilettant le dos

- 1 : **Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbicum*)
- 2 : **Mouette rieuse** (*Chroicocephalus ridibundus*)
- 3 : **Mouette tridactyle** (*Rissa tridactyla*)
- 4 : **Goéland à bec cerclé** (*Larus delawarensis*)
- 5 : **Goéland de Californie** (*Larus californicus*)
- 6 : **Bec-en-ciseaux noir** (*Rynchops niger*)
- 7 : **Fou de Bassan** (*Morus bassanus*)
- 8 : **Fou masqué** (*Sula dactylatra*)
- 9 : **Frégate superbe** (*Fregata magnificens*)
- 10 : **Frégate du Pacifique** (*Fregata magnificens*)
- 11 : **Grand Cormoran** (*Phalacrocorax carbo*)
- 12 : **Albatros à cape blanche** (*Thalassarche cauta*)

Pour voir les images sur Internet, cliquer sur les imageries
(Consultées le 01/12/2018)

1.4. Toilette des pattes avec le bec

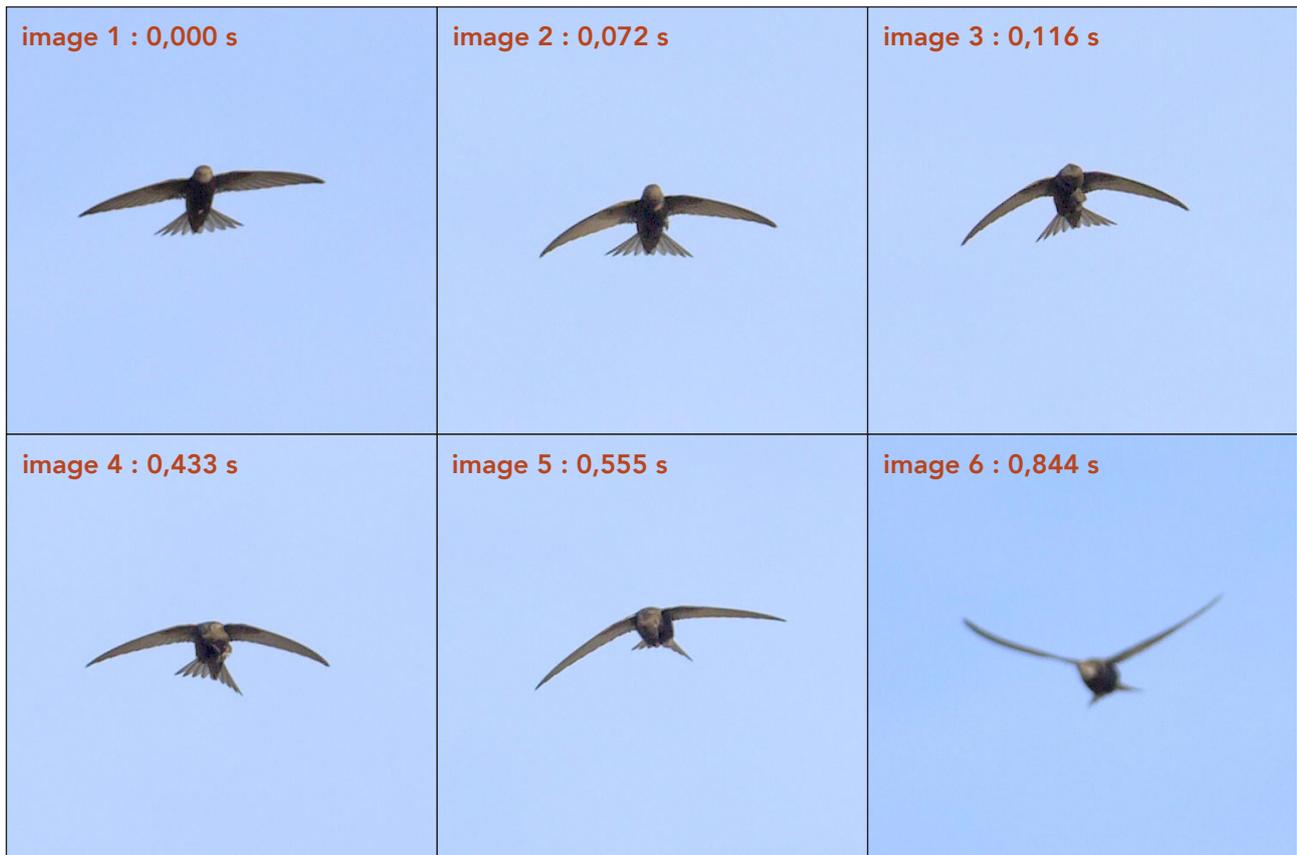


Figure 13.

Toilette des pattes avec le bec

Vidéo



Légendes de la **Figure 13** :

- **image 1** : le Martinet noir est en vol plané, les rectrices sont largement étalées ;
- **image 2** : l'oiseau incline la tête vers le bas, tandis la patte gauche sort des plumes du ventre ;
- **image 3** : le bec de l'oiseau entre en contact avec la patte ;
- **image 4** : sur la vidéo, les mouvements de la tête de l'oiseau et la fixité de la patte montrent que l'oiseau doit nettoyer sa patte avec son bec ;
- **image 5** : l'oiseau cesse le nettoyage : la tête et la patte vont revenir chacune à leur position initiale ;
- **image 6** : l'oiseau passe du vol plané au vol battu.

Durée du comportement

L'action dure précisément 0,66 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilette enregistrés en vol, 1 seul concerne le nettoyage des pattes soit 0,65 % du total ([Tableau 2](#)).

Discussion

Dans le grattage de la tête avec les griffes de l'une des pattes, les vidéos montrent les mouvements rapides de grattage de la patte sur la tête alors qu'ici c'est la tête qui bouge lentement et explore la patte, vraisemblablement pour la nettoyer.

Les pattes du Martinet noir ne servent jamais à la capture et à la manipulation des proies. Elles sont la plupart du temps repliées et cachées dans le plumage ventral. Elles ne peuvent donc se salir que lorsque l'oiseau s'accroche à un support vertical ou lorsqu'il pénètre et séjourne dans une cavité pour la reproduction.

2. Toilette avec les griffes des pattes

Le Martinet noir possède de courtes pattes avec 4 doigts dirigés vers l'avant terminés par des griffes acérées qui lui permettent de s'accrocher verticalement sur les aspérités d'une paroi ou d'un mur. En vol les Martinets noirs ont d'ordinaire les pattes invisibles car, pour améliorer l'aérodynamisme, elles sont repliées dans les plumes du ventre tel le train d'atterrissage d'un avion comme on le voit sur l'image de la page 7.

Mais les pattes peuvent sortir du plumage et être visibles dans différentes situations.

1. **Lorsque l'oiseau va s'agripper** sur une paroi verticale ou entrer dans un site de nidification, les pattes sont projetées

vers l'avant pour amortir le choc et accrocher les aspérités.

Sur l'image à gauche de la **Figure 14**, un adulte revient au nid avec la poche sublinguale pleine de proies pour nourrir ses poussins. Les deux pattes sont bien sorties pour s'accrocher aux tuiles. Les quatre doigts terminés par de puissantes griffes sont tous dirigés vers l'avant, disposition caractéristique chez les Apodidés.

2. Par temps très chaud, l'oiseau en vol entrouvre le bec et laisse pendre ses pattes pour sa **thermorégulation** (C. NEUMANN, 2016)

L'image à droite de la **Figure 14**, prise à Samoëns (Haute-Savoie, France), le 14 juillet 2010 à 11 h 49 par temps très chaud ($>30^{\circ}\text{C}$), montre les pattes pendantes et le bec légèrement ouvert.



Figure 14.

Gauche : sortie des pattes pour se poser ; Droite : sortie des pattes pour la thermorégulation

3. Lors des **accrochages entre individus** en vol, les pattes de l'assaillant sont projetées vers l'autre oiseau pour le saisir le plus souvent par les pattes, parfois par l'une des deux ailes. Sur ces 3 images de la **Figure 15**, les pattes des deux oiseaux sont accrochées. Les deux oiseaux tombent en tournoyant, puis se séparent une seconde plus tard.

4. Lors de certains comportements de toilette, l'oiseau sort les pattes qui s'agitent sous lui sans d'autre raison apparente que de **maintenir son corps en équilibre**.

Ces sorties des pattes s'observent couramment dans **le comportement de toilette par contorsions avec frottements**.



Figure 15.

Deux martinets noirs accrochés par les pattes tombent en tournoyant

Vidéo



Comme chez tous les oiseaux, les pattes du Martinet noir peuvent aussi avoir un rôle actif dans le toilettage. Du fait de leur taille réduite, celles-ci semblent se limiter au grattage de la tête et du cou.

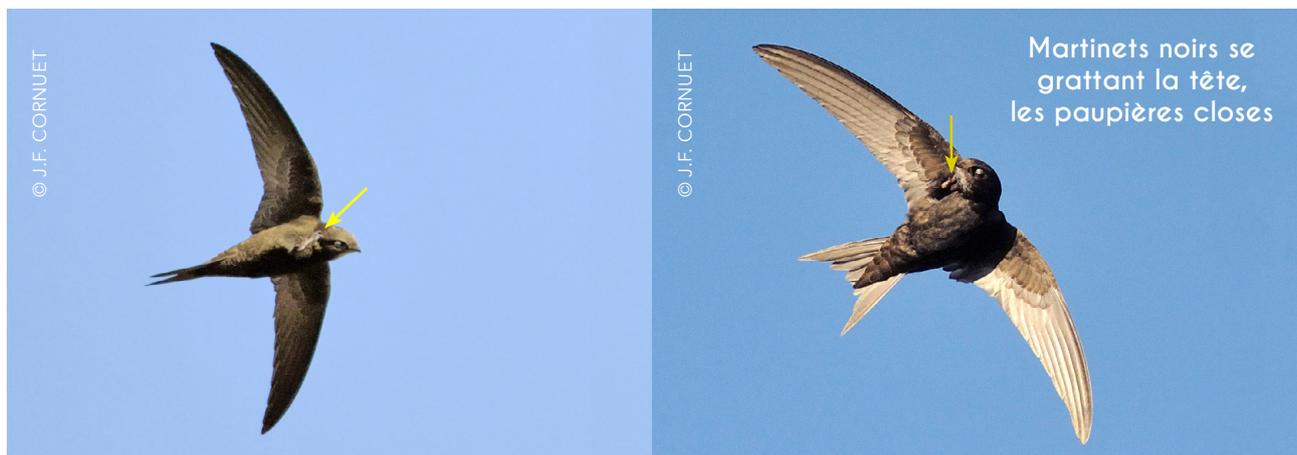
Légendes de la **Figure 16** :

- **image 1** : le Martinet noir est en vol battu de positionnement, les rectrices étalées ;
- **image 2** : l'oiseau passe du vol battu au vol plané, ailes étendues et rectrices étalées ;

- **image 3** : l'oiseau sort sa patte droite des plumes ventrales et l'avance vers la poitrine ;
- **image 4** : l'oiseau a incliné la tête dont il gratte le côté droit avec les griffes ;
- **image 5** : le grattage terminé, la patte va se replier sous les plumes ventrales et la tête va se redresser ;
- **image 6** : l'oiseau poursuit son vol plané.



Figure 16. Grattage de la tête à l'aide des griffes de la patte droite Vidéo  



Analyse du comportement

Comme dans la toilette de la poitrine :

- l'oiseau plane les ailes bien tendues et la queue largement étalée ;
- puis il penche la tête et la gratte activement avec les griffes de l'une des deux pattes.

La grande mobilité de la tête, qui peut tourner sur 180° dans les deux sens, permet aux griffes d'atteindre toutes les parties de la tête et du cou et d'assurer ainsi un brossage énergique des plumes. Sur les deux photographies précédentes, comme on l'avait déjà noté l'oiseau ferme ses paupières lorsqu'il se gratte la tête. Dans ce cas, la raison est évidente : il s'agit de protéger les yeux d'un coup de griffes mal ajusté.

Remarquons qu'il est possible que les griffes des pattes puissent servir en vol à gratter d'autres parties de la face inférieure, mais aucune vidéo ne le montre clairement pour l'instant.

Durée du comportement

Sur 20 vidéos, en prenant comme limites la sortie et la rentrée de la patte concernée, la durée moyenne de la toilette de la tête par grattage est de 1,25 s.

Fréquence du comportement

Parmi les 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 20 concernent le toilettage par grattage de la tête et du cou soit 13,07 % du total (Tableau 2).

Discussion

DEREK BROMHALL en 1980, dans son livre *Devil Bird, The Life of the Swift*, page 53 écrit à propos de la toilette :

A swift has special problems in preening, different from other birds. Being continuously on the wing it cannot rest to groom itself ; its legs are so short that only with great difficulty can it scratch its head when in the nest, a difficulty presumably compounded when it is

actually flying.

Citation que l'on peut traduire par :

Pour nettoyer son plumage le Martinet rencontre des problèmes particuliers, différents des autres oiseaux. Étant continuellement dans les airs, il ne peut pas se reposer pour se toiletter ; ses pattes sont si courtes que ce n'est qu'avec beaucoup de difficultés qu'il peut se gratter la tête quand il est au nid, une difficulté sans doute accentuée quand il est en vol.

En vol, mes vidéos montrent que le Martinet arrive très bien à réaliser un brossage énergique grâce à sa souplesse et ses capacités élevées pour étirer le cou et tourner la tête sur 180° dans les deux sens.

Sur les 20 vidéos et sur les 2 photographies, on voit clairement que **la patte qui gratte passe toujours par-dessous l'aile**.

Le grattage de la tête chez les oiseaux se fait selon deux méthodes (**SIMMONS, K.E.L., 1957**) :

- soit en passant la patte dorsalement par-dessus l'aile abaissée (méthode par-dessus l'aile ou méthode indirecte) ;
- soit en passant la patte ventralement par-dessous l'aile (méthode par-dessous l'aile ou méthode directe).

Tous les individus d'une espèce pratiquent en général la même méthode.

En 2014, dans le Volume 46 d'*Advances in the Study of Behavior*, de la page 137 à 149, les auteurs (**PELLIS et al.**) font une sorte de synthèse des connaissances sur ce grattage de la tête chez les oiseaux. Ils présentent un cladogramme des principaux groupes d'oiseaux en distinguant 3 sous-ensembles :

- les groupes utilisant la méthode par-dessous l'aile ;
- les groupes utilisant la méthode par-dessus l'aile ;
- les groupes utilisant les deux méthodes.

Dans ce cladogramme basé sur les

données d'observations des auteurs et des publications sur le « head-scratching », les Martinets (Apodidés) sont considérés avec les 2 groupes proches des Engoulevents et des Colibris comme pratiquant la méthode indirecte du grattage par-dessus l'aile.

Ce classement des martinets s'oppose à mes résultats qui montrent l'usage exclusif de la méthode directe pour les Martinets noirs en vol.

D'où peut provenir cette différence ?

En 1959, NICE ET SCHANTZ écrivent :

The following birds have been reported to scratch over the wing : Goatsuckers, swifts, hummingbirds (Haverschmidt).

Citation que l'on peut traduire par :

Les oiseaux suivants ont été signalés comme se grattant la tête en passant la patte au-dessus de l'aile : Engoulevents, Martinets, Colibris (Haverschmidt).

La source est référencée : HAVERSCHMIDT, F. 1957 Head-scratching in birds. *Ibis*, 99 : 688

Je pense que les auteurs du cladogramme ont repris directement les résultats publiés par Haverschmidt en 1957.

Il s'agit vraisemblablement d'observations faites au nid avec des oiseaux posés.

En effet, j'ai filmé un individu posé au nid qui montre bien le passage de la patte par dessus l'aile (image en bas de page). D'autres observations au nid montrent que le Martinet peut utiliser l'une ou l'autre des deux méthodes. (U. Tigges, communication personnelle, 30 mai 2018) .



Deux groupes d'espèces d'oiseaux, Hirondelles (BURTT *et al.* 1988) et Frégates (KRAMER, 1964) sont connus pour montrer des variations de ce comportement selon le contexte.

Ainsi des hirondelles de plusieurs espèces montrent les deux méthodes de grattage de la tête :

- posées ou perchées, elles utilisent la méthode indirecte par-dessus l'aile ;
- en vol, elles utilisent la méthode directe par-dessous l'aile.

C'est, selon les auteurs, vraisemblablement en relation avec le changement dans la position du centre de gravité par rapport à l'appareil locomoteur, selon que l'oiseau est perché ou vol.

On peut conclure de la manière suivante :

- **en vol, le Martinet noir se gratte la tête et le cou en passant systématiquement la patte par-dessous l'aile ;**
- **posé au nid, le Martinet noir se gratte la tête et le cou en passant la patte soit par-dessus l'aile, soit par-dessous l'aile selon les situations.**

Il serait intéressant de mesurer la fréquence des deux méthodes au nid chez les juvéniles et chez les adultes.

L'image ci-contre est extraite d'une vidéo tournée en infra-rouge dans un nichoir où deux martinets sont entrés pour explorer ce lieu possible de nidification. L'oiseau au premier plan se gratte la tête en passant la patte gauche par-dessus l'aile.

Comme il a été dit, la méthode par-dessous l'aile a également été observée au nid.



Figure 17.

Le grattage de la tête. Comparaison avec 4 autres espèces.

Vidéo



1. **Martinet à ventre blanc** (*Tachymarptis melba*) : l'oiseau se gratte pendant 1,66 s la région du bec en passant la patte gauche par-dessous l'aile, dans une posture tout à fait comparable à celle observée chez le Martinet noir (ou bien il se nettoie la patte ?)

2. **Hirondelle de rochers** (*Ptyonoprogne rupestris*) : sur cette photographie, l'oiseau se gratte le dessous de la tête en passant la patte gauche par-dessous l'aile dans une posture tout à fait comparable à celle observée chez le Martinet noir et le Martinet à ventre blanc

3. **Canard chipeau** (*Mareca strepera*) : sur une vidéo d'un couple de Canard chipeau, filmé en vol au ralenti, la femelle se gratte le dessous de la tête et le haut de la poitrine en passant la patte droite par-dessous l'aile puis secoue la tête par des rotations rapides du cou. Le toilettage dure 3 s et s'effectue en vol battu.

4. **Sterne pierregarin** (*Sterna pierregarin*) : sur une vidéo d'une sterne pierregarin, filmée en vol au ralenti, les deux premières images montrent que l'oiseau s'élève avant de tourner la tête pour se gratter. La toilette se fait en vol plané sans battement d'ailes, l'oiseau perd de l'altitude. À la fin du comportement l'oiseau est revenu à la même distance de la surface de l'eau qu'au début. Le grattage de la tête qui dure 1,8 s, se fait en passant la patte gauche par-dessous l'aile.



Figure 18.

Dix exemples d'images d'oiseaux en vol se grattant la tête à l'aide d'une patte

- 1 : **Martinet ramoneur** (*Chaztura pelagica*) en vol il passe la patte par-dessous l'aile
- 2 : **Hirondelle rustique** (*Hirundo rustica*) posée elle passe la patte par-dessus l'aile
- 3 : **Hirondelle rustique** (*Hirundo rustica*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 4 : **Hirondelle rousseline** (*Cecropis daurica*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 5 : **Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbicum*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 6 : **Guifette leucoptère** (*Chlidonias leucopterus*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 7 : **Sterne bridée** (*Onychoprion anaethetus*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 8 : **Sterne royale** (*Thalasseus maximus*) en vol elle passe la patte par-dessous l'aile
- 9 : **Fou de Bassan** (*Morus bassanus*) en vol il passe la patte par-dessous l'aile
- 10 : **Pélican brun** (*Pelecanus occidentalis*) en vol il passe la patte par-dessous l'aile

Pour voir les images sur Internet, cliquer sur les imagettes
(Consultées le 01/12/2018)

Étude comparative

La **Figure 17** et la **Figure 18** établissent que toutes ces espèces, filmées ou photographiées en vol, utilisent la méthode directe du grattage de la tête en passant la patte par-dessous l'aile, quelle que soit la méthode habituellement utilisée lorsque les individus de l'espèce sont posés ou perchés.

Passer la patte par-dessus l'aile doit poser un problème d'équilibre trop complexe à gérer pour un oiseau en vol.

Ce grattage s'effectue surtout en vol plané, les ailes bien déployées, mais l'exemple du Canard chipeau montre qu'il peut aussi avoir lieu lors d'un vol battu.

3. Toilette par contorsions avec frottements, battements des ailes, roulis

Ces comportements sont visibles sur 41 vidéos. Ils peuvent être interprétés comme une toilette énergétique de l'ensemble du plumage qu'on peut aussi qualifier d'ébrouage.

3.1. Toilette par contorsions avec frottements

Sur 34 vidéos, après un vol plané typique précédant une séquence de toilette (voir les descriptions précédentes), l'oiseau frotte ses ailes sur la queue étalée puis les replie le long du corps et les frotte énergiquement l'une sur l'autre, sur son dos et sa queue en effectuant des contorsions.

Légendes de la **Figure 19** :

- **image 1** : l'oiseau est en vol plané les rectrices bien étalées, les 2 pattes sorties des plumes ventrales sont pendantes ;
- **image 2** : après avoir effectué une torsion vers la droite, il effectue une torsion vers la gauche de la queue étalée, le dessous de l'aile gauche venant frotter le dessus des rectrices ;
- **image 3** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 4** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 5** : l'oiseau bascule d'environ 150° vers la droite et montre sa face ventrale. Les rémiges des 2 ailes sont fortement relâchées. Puis il fera de même vers la gauche ;
- **image 6** : l'oiseau se rétablit, poursuit son vol plané, les rémiges ayant retrouvé leur cohésion.



Figure 19.
Toilette par contorsions avec frottements (vue de profil)

Vidéo



La **Figure 19** montre l'oiseau de profil.
 Sur ce deuxième exemple (**Figure 20**),
 l'oiseau est vu de face.

Légendes de la **Figure 20** :

- **image 1** : en vol plané, l'oiseau sort les pattes, s'agite de gauche à droite, la queue étalée ;
- **image 2** : l'oiseau reste en vol plané et étale au maximum les rectrices ;
- **image 3** : l'oiseau effectue une torsion de sa queue étalée vers la droite ;
- **image 4** : l'oiseau effectue une torsion de sa queue étalée vers la gauche ;
- **image 5** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 6** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 7** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 8** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 9** : l'oiseau bascule sur sa droite avec les ailes dans un plan vertical ;
- **image 10** : l'oiseau repasse par la position de départ ;
- **image 11** : les dessous des 2 ailes en se croisant frottent à nouveau les plumes du dos et le dessus des rectrices ;
- **image 12** : l'oiseau se rétablit, rentre les pattes, poursuit son vol plané.



Figure 20.
 Toilette par contorsions avec frottements (vue de face)

Vidéo



Analyse du comportement

Au cours de cette voltige acrobatique l'oiseau perd brutalement de l'altitude mais il ne tombe pas en vrille. Les mouvements des ailes, de la queue et des pattes maintiennent le corps de l'oiseau dans une position proche de celle du commencement de la voltige.

Sur la vue de face (**Figure 20**), les mouvements alternatifs de frottements des ailes sur la queue font penser aux balancements des bras d'un patineur de vitesse.

Sur la vue de profil (**Figure 19**), au début de la voltige les pattes sortent du plumage ventral, s'agitent mais n'interviennent pas dans le toilettage. Leurs sorties et leurs mouvements participent probablement à la stabilisation du corps de l'oiseau.

Sur la majorité des vidéos où le comportement est vu dans sa totalité, après les frottements et croisements des ailes, l'oiseau bascule à droite et à gauche en secouant les ailes dont les rémiges se relâchent et s'agitent séparément, de même que les rectrices de la queue.

Cette sorte d'ébrouage doit servir à se débarrasser de saletés collées au plumage pendant le vol et/ou dans le site de nidification comme ces fils d'une toile d'araignée accrochés à la queue d'un martinet.



Ces frottements énergiques peuvent aussi avoir comme but improbable de déloger des parasites solidement accrochés au plumage ou la peau de l'oiseau.

Durée du comportement

Sur les 34 vidéos, la durée moyenne de la toilette par contorsion est de 1,34 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 34 concernent ce comportement soit 22,22 % du total (**Tableau 2**).

Enchaînement de ce comportement avec d'autres comportements de toilettage

Sur certaines vidéos, ce comportement peut succéder à d'autres formes de toilettage comme celui du dos.

Discussion

En **1968**, ce comportement a été décrit pour la première fois par **OEHME**. Il le qualifie de « fluttersturz » que l'on peut traduire par « la chute en voltigeant » ou « fluttering fall » en anglais.

Il le décrit de la manière suivante :

Der Segler fliegt noch eben geradeaus, plötzlich wirbelt er, eigenartig mit den Flügeln schlagend, abwärts, fängt sich ebenso rasch und fliegt weiter. Das Ganze kann sich wiederholen, der Vorgang selbst verläuft außerordentlich rasch (Abb. 4 umfaßt ½ s!). Der Ablauf war bei 3 gefilmten Flugmanövern dieser Art immer gleich.

Citation que l'on peut traduire par :

Le martinet vole droit devant, soudain il tourbillonne, battant étrangement des ailes vers le bas, se redresse tout aussi vite et vole à toute allure. L'ensemble peut se répéter, le processus lui-même se déroule extrêmement rapidement (Fig. 4 durée : ½ s!). La procédure était toujours la même sur les 3 manœuvres de vol filmées de ce type.

À la fin de son article, qui analyse aussi le vol inversé (étude à venir dans un prochain article), **OEHME** conclut provisoirement :

Über die Rolle des Rückenfluges und des Fluttersturzes im Leben des Seglers läßt sich

kaum etwas Bündiges aussagen. Als besondere Flugweisen für den Nahrungserwerb können sie kaum aufgefaßt werden. Gegen die Annahme, es seien Bestandteile des Fortpflanzungsverhaltens, spricht, daß sie während des ganzen Sommers, auch nach dem Ausfliegen der Jungvögel, beobachtet werden können. Es bliebe die Möglichkeit, daß der Segler mit solchen Flugtechniken einen verfolgenden Feind (z. B. Baumfalken) ausmanövrieren kann. Aber darüber sind bis jetzt keine Beobachtungen bekannt.

Citation que l'on peut traduire par :

On ne peut pas dire grand-chose à propos des rôles du vol inversé et de la chute tournoyante dans la vie des martinets. Ils peuvent difficilement être compris en tant que vols spéciaux pour l'acquisition de nourriture. Si on émet l'hypothèse qu'ils sont des composantes du comportement reproductif, le problème est qu'ils peuvent être observés pendant tout l'été, même après l'envol des jeunes de l'année. Il resterait la possibilité que le Martinet noir, avec de telles techniques de vol, puisse déjouer un ennemi le poursuivant (par exemple un Faucon hobereau). Mais il n'y a pas d'observations connues à ce sujet jusqu'à présent.

En 1968, OEHME n'évoque pas l'hypothèse d'un comportement de toilettage, il concentre plus son attention sur les caractéristiques aérodynamiques des différents vols du Martinet noir que sur leur signification biologique.

En 1973, G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER reprennent la description d'OEHME ci-dessus et poursuivent leur analyse de ce comportement.

Bei unseren Beobachtungen hatte es den Anschein, daß der Segler kopfüber, um die Längsachse drehend zur Erde stürzte (visuelles Beobachten). Oehme (1968a) konnte durch Luftbildaufnahmen nachweisen, daß keine schraubenförmige Drehung erfolgt,

sondern die Flügel passiv wie ein Windrad bewegt werden. Der Flattersturz ist gleichfalls eine Säuberungshandlung, die häufig nach mehrmaligem Kopfwenden ausgeführt wird. Vermutlich wird der Parasit in diesem Fall nicht mit dem Schnabel erreicht (*Crataerina pallida* hält sich verstärkt in der Hals- und Kopffregion auf. Büttiker 1944). Die Entfernung erfolgt durch passives Flügelschlagen.

Citation que l'on peut traduire par :

Dans nos observations, il est apparu que le Martinet tombait tête baissée, tournant autour de l'axe longitudinal, vers la terre (observation visuelle). Oehme (1968a) a pu montrer par des photographies aériennes qu'il n'y a pas de rotation hélicoïdale, mais les ailes sont déplacées passivement comme celles d'un moulin à vent. La chute en voltigeant est aussi une action de nettoyage, qui est souvent effectuée après plusieurs rotations de la tête*. Le parasite n'est probablement pas atteint avec le bec dans ce cas (*Crataerina pallida* réside majoritairement dans la région du cou et de la tête.) Büttiker 1944). Le retrait est effectué par des battements passifs des ailes.

***rotations de la tête** : effectivement sur deux de mes vidéos ce comportement est précédé de **mouvements rapides de torsion de la tête**.

En 1973, G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER sont donc les premiers à considérer ce comportement comme un toilettage en vol.

En 1998, YVES GARINO décrit un comportement analogue qu'il qualifie de vol de « déparasitage » :

L'oiseau ébouriffe son plumage et ferme ses ailes, qu'il frotte l'une contre l'autre. Très souvent, au cours de la chute consécutive à la fermeture des ailes, l'oiseau effectue deux ou trois tours sur lui-même (tonneaux), puis il reprend son vol normal. Les jours sans vent, on entend des bruits d'ailes difficiles à transcrire lors de cette manœuvre.

Dans sa bibliographie, GARINO ne cite pas

les travaux d'OEHME et de G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER. On peut juste noter que l'oiseau ne fait pas de tonneau, ce qu'avaient bien remarqué les auteurs allemands. Pour les bruits d'ailes, les vidéos au ralenti n'enregistrent pas le son.

En 2012, sur Youtube, une vidéo montre à 18 s, un tel comportement filmé à vitesse normale.

En 2017, CÉCILE PICHOT a qualifié ce comportement de « vol avec les ailes repliées » :

Le vol avec les ailes repliées (replié) (fig. 3.4) est quant à lui un vol sans propulsion ni portance, lors duquel l'oiseau peut soit plier les ailes pour les plaquer contre le corps (fig. 3.4a), soit mouvoir passivement les ailes dans tous les sens de manière asynchrone et asymétrique (fig. 3.4b).

Remarquons que comme YVES GARINO, elle ne cite pas dans sa bibliographie les travaux d'OEHME et de G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER.

À la page 29, elle précise :

Vol avec les ailes repliées

[Vol sans portance ni propulsion]

Les ailes n'exercent à priori aucune portance et peuvent être dans deux positions :

- Les ailes sont collées au corps et peuvent se croiser. L'envergure est minimale (proche de la largeur du corps). Cette position peut être maintenue sur plusieurs images.
- Les ailes sont décollées du corps, voir complètement ouvertes, et ne sont pas symétriques. Cette position n'est pas maintenue...

La première position correspond aux premières étapes du comportement quand l'oiseau frotte une aile sur les rectrices successivement à droite puis à gauche. La seconde correspond aux étapes suivantes quand l'oiseau croise

plusieurs fois les deux ailes sur le dos.

À propos du Vol avec les ailes repliées (page 22 et 23), elle précise :

Tout comme la flèche, le vol avec les ailes repliées a une vitesse horizontale (6.0 m/s) inférieure à celle du vol plané puisqu'elle n'atteint que 66 % de celle-ci. Il a par contre une vitesse et une accélération verticale négatives (-2.1 m/s, -6.63 m/s² respectivement), et est donc utilisé pour descendre tout en accélérant. Lors de ce vol, les ailes ne bénéficient plus de la portance, l'accélération se rapproche donc naturellement de celle de la chute libre, soit de -1 g (= -9.81 m/s²). On peut dire que les martinets utilisent ce type de vol pour « tomber », souvent après un vol en flèche, et l'associent fréquemment à des sorties de tête (en haut, devant, sur le ventre et sur le dos). Des explications possibles de ce vol seraient que l'oiseau pourrait soit capturer une proie et ensuite la manipuler, soit faire du toilettage. Replier les ailes peut alors lui permettre de se contorsionner plus facilement, ou encore de se concentrer sur sa tâche (e.g. toilettage, manipulation de proie) et non plus sur le vol. De plus, faire précéder ce vol d'un vol en flèche selon une trajectoire en cloche pourrait être un moyen d'anticiper la perte d'altitude en montant d'abord quelque peu et en ralentissant.

À ma connaissance les oiseaux qui chassent de petits insectes en vol (Martinets, Hirondelles, ...) ne manipulent pas leurs proies en vol.

Sur les 348 vidéos de captures potentielles que j'ai filmés, le bec du Martinet s'ouvre et se referme sur la proie.

Ce comportement est un toilettage et n'a pas de rapport avec la capture d'une proie.

Comparaison avec le Martinet à ventre blanc
 J'ai filmé 2 vidéos où l'oiseau montre un toilettage par contorsions avec frottements, dans une suite de postures tout à fait comparables à celles observées chez le Martinet noir (**Figure 21** et **Figure 22**).

Chez le Martinet à ventre blanc, la durée moyenne du toilettage par contorsions avec frottements est de 1,40 s. C'est donc une valeur très proche de celle trouvée chez le Martinet noir (1,34 s).



Figure 21. Martinet à ventre blanc. Toilettage par contorsions avec frottements Vidéo  



Figure 22. Martinet à ventre blanc. Toilettage par contorsions avec frottements Vidéo  



Figure 23.

Haut : Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)

Bas : Faucon hobereau (*Falco subbuteo*)

Comparaison avec d'autres espèces

Chez deux espèces de rapaces, j'ai filmé des comportements fugaces comparables à ceux des Martinets.

Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)

Un Busard des roseaux, filmé en vol au ralenti, montre une sorte de toilette énergétique de l'ensemble du plumage (**Figure 23 Haut**). Pendant 1,16 s, l'oiseau vu de derrière plane et laisse pendre ses pattes, puis effectue une série de frottements l'une sur l'autre des ailes à demi-repliées.

Faucon hobereau (*Falco subbuteo*)

Un Faucon hobereau, filmé en vol au ralenti, montre une sorte de toilette énergétique de l'ensemble du plumage. L'oiseau vu par le dessous s'élève en planant dans une ascendance thermique. Soudain, il produit trois battements vigoureux des ailes qu'il replie vers l'arrière, les pattes pendantes. Il agite les ailes en les frottant sur le dos et la queue

largement déployée (**Figure 23 Bas**). Puis il reprend son vol plané. Ce toilettage en vol n'a duré qu'1 s.

Pour le Martinet noir, je n'ai pas trouvé d'images de ce comportement sur Internet exceptées ces deux images (**Figure 24**) que l'auteur allemand qualifie de « skurriles » qu'on peut traduire par « bizarre, étrange, insolite ».



Figure 24.

Martinet noir

Pour voir les images sur Internet, cliquer sur les imageries. (Consultées le 01/12/2018)

3.2. Toilette par battements des ailes

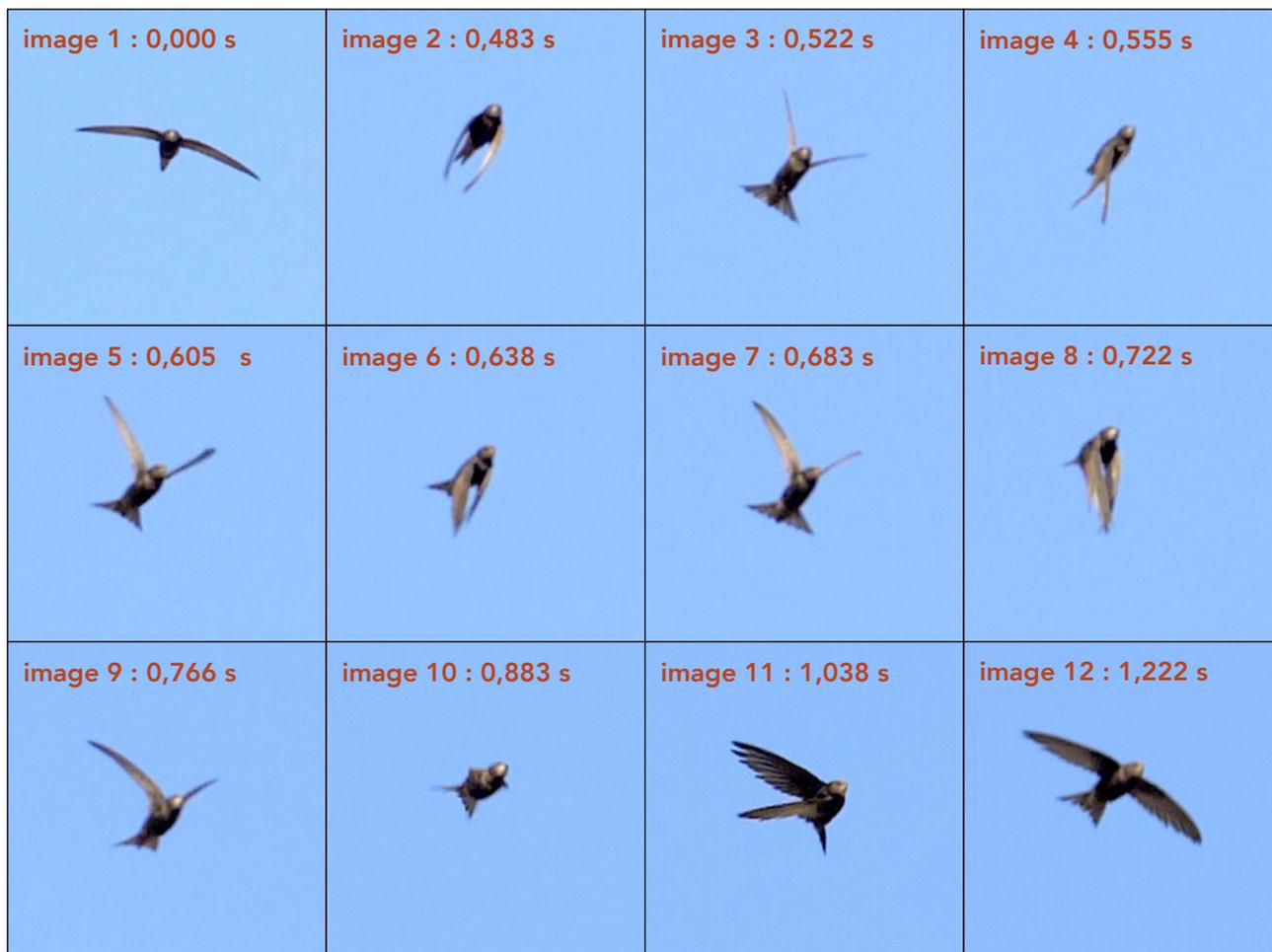


Figure 25.

Toilette par battements des ailes

Vidéo



Légendes de la **Figure 25** :

- **image 1** : le Martinet noir en vol plané passe à un vol battu de forte amplitude ;
- **image 2** : il abaisse fortement ses ailes sans les faire se toucher ;
- **image 3** : les ailes se relèvent en dièdre ;
- **image 4** : il abaisse à nouveau fortement ses ailes au point de les croiser ;
- **image 5** : les ailes se relèvent en dièdre comme sur l'image 3 ;
- **image 6** : il abaisse à nouveau fortement ses ailes au point de les faire se toucher ;
- **image 7** : les ailes se relèvent en dièdre comme sur les image 3 et 5 ;
- **image 8** : il abaisse fortement ses ailes au point de les faire se toucher ;
- **image 9** : les ailes se relèvent en dièdre comme sur les image 3, 5 et 7 ;

- **image 10** : les ailes se replient et se croisent sur le dos ;
- **image 11** : l'oiseau bascule à droite, les ailes tendues avec les rémiges relâchées ;
- **image 12** : il poursuit son vol plané.

Analyse du comportement

Sur 5 vidéos, au cours d'un vol plané ou battu le Martinet noir se met à produire, avec une forte amplitude des battements des deux ailes : 4 battements dans chacun des trois vidéos de 2017 ; 5 battements dans un des deux vidéos de 2018. L'étude de la **Figure 25** montre que les ailes semblent se toucher en position basse comme s'il « applaudissait », mais pas en position haute où les ailes forment un angle de 90° (comme dans la position du

vol en dièdre). Après ces battements, il amorce à droite et à gauche deux ou trois bascules avec les rémiges relâchées qui s'agitent séparément comme à la fin de la toilette par contorsions avec frottements.

Durée du comportement

Sur les 4 vidéos qui montrent le comportement complet, la durée moyenne de la toilette par battement des ailes est de 0,82 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 5 concernent ce comportement soit 3,27 % du total (Tableau 2).

Discussion

Ce comportement comme le précédent doit aussi contribuer à se débarrasser de saletés et plus difficilement de parasites comme *Crataerina pallida*.

Est-ce aussi une manifestation territoriale, un comportement social de type « Wing-clapping » ? tel qu'il est décrit à la page 663 de *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. IV. (CRAMP, 1985) :

Flying birds often perform Wing-clapping : wings meet over back, producing clapping sound, then quickly lowered until they meet below body. May be repeated several times (once, c. 6) in rapid succession (Bundy 1975).

Citation que l'on peut traduire par :

Les Martinets en vol exécutent souvent des claquements d'ailes : les ailes se rejoignent par-dessus le dos, produisant un claquement, puis s'abaissent rapidement jusqu' à se rencontrer sous le corps. Ce Wing-clapping peut être répété plusieurs fois (une fois, jusqu'à 6) en succession rapide. (BUNDY 1975).

Sur les 5 vidéo analysées, si les ailes se touchent bien en position basse, par contre elles sont loin de le faire en position haute : les images 3, 5, 7 et 9 de la **Figure 25** montrent que l'angle formé entre les ailes est alors proche de 90°.

Ce comportement pourrait donc avoir deux fonctions, sociale et hygiénique.

Comparaison avec l'Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*)

Une hirondelle de rivage en vol, filmée au ralenti, montre une sorte de toilettage énergique de l'ensemble du plumage (**Figure 26**).

L'oiseau plane face au vent. Soudain, il produit 3 battements énergiques et amples des ailes, sans que celles-ci ne se touchent au dessus et en dessous du corps. L'oiseau bascule à droite puis à gauche 2 fois de suite en battant des ailes avec les rémiges relâchées. Ce toilettage en vol qui n'a duré que 0,8 s se termine par 2 rotations de la tête.

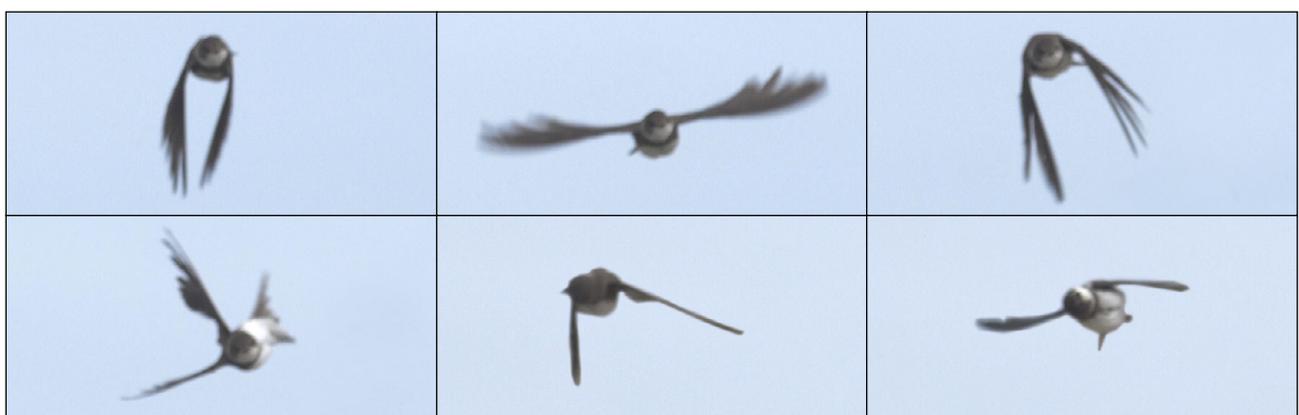


Figure 26.
Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*) Toilette en vol par battements des ailes

Vidéo



3.3. Toilette par roulis

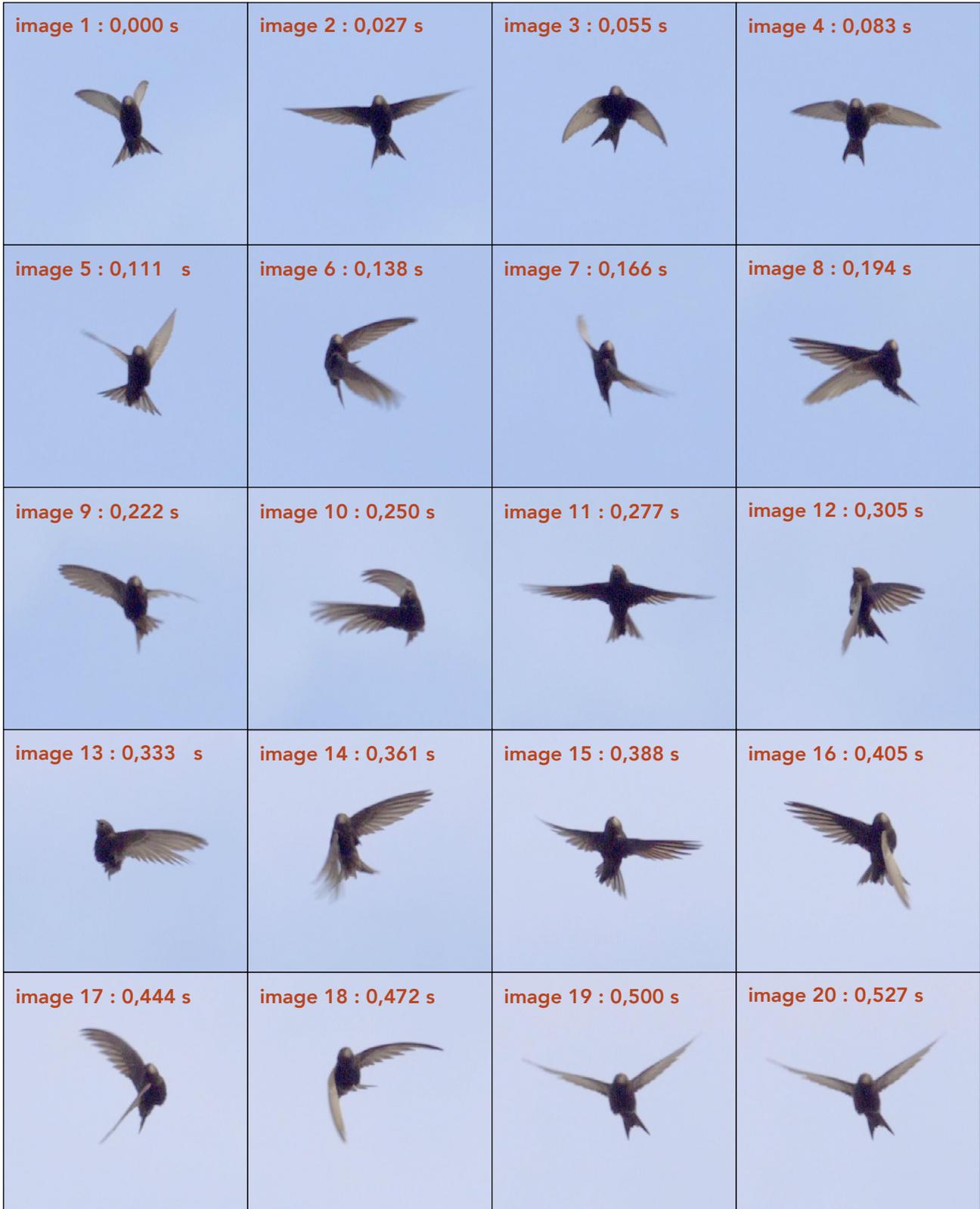


Figure 27.
Toilette par roulis

Vidéo



Sur 2 vidéos l'oiseau effectue 3 roulis droite-gauche-droite à presque 180°, les

ailes tendues avec les rémiges relâchées (**Figure 27**).

Durée du comportement

Pour ces 2 vidéos, la durée moyenne de la toilette est de 0,67 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 2 concernent ce comportement soit 1,30 % du total (Tableau 2).

Discussion

Comme les deux comportements précédents, on peut supposer que ces acrobaties aériennes contribuent à éliminer des poussières et éventuellement des parasites du plumage.

Notons pour la première fois que l'oiseau peut se retrouver une fraction de seconde le corps en position inversée avec la tête orientée presque vers le ciel (Figure 27.

image 11). La tête suit en partie la rotation du corps de l'oiseau, alors que dans le vol inversé, l'oiseau fait une rotation à 180° du corps mais en cherchant le plus souvent à conserver la tête dans sa position initiale et normale du vol (voir l'étude des vols dans un prochain article).

Un roulis de presque 180° avec des battements puissants peut s'observer aussi à la fin de certains toilettages par contorsions avec frottements comme le montre la Figure 28.

Légendes de la Figure 28. :

- images 1 à 5 : postures typiques de la toilette par contorsions avec frottements ;
- images 6 à 9 : le martinet termine par une figure de roulis à 180° tout à fait comparable à celle décrite dans la Figure 27.



Figure 28.

Toilette par contorsions avec frottements suivis d'un roulis à 180° vers la droite

Vidéo



4. Comportements pouvant être associés à la toilette

4.1. Rotations de la tête, bec fermé

Sur 5 vidéos, l'oiseau fait une ou deux torsions rotatives très rapides de la tête, à gauche et à droite, avec une amplitude pouvant atteindre 180°, le bec étant fermé. Ces rotations ne concernent que la tête.

Dans 2 de ces 5 vidéos, elles précèdent de 1 à 2 secondes une toilette par contorsion avec frottements.

Cet enchaînement avait été notée par G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER en 1973.

Der Flattersturz ist gleichfalls eine Säuberungshandlung, die häufig nach mehrmaligem Kopfwenden ausgeführt wird.

Citation que l'on peut traduire par :

La chute en voltigeant est aussi une action de nettoyage, qui est souvent effectuée après plusieurs rotations de la tête.

Légendes de la **Figure 29.** :

- **image 1** : l'oiseau est en vol plané ;
- **image 2** : rotation de la tête de 180° vers la droite ;
- **image 3** : retour à la position initiale.
- **image 4** : rotation vers la gauche ;
- **image 5** : rotation de la tête de 180° vers la gauche ;
- **image 6** : retour à la position initiale ;
- **image 7** : retour à la position initiale ;
- **image 8** : rotation de 180° vers la droite ;
- **image 9** : retour à la position initiale.

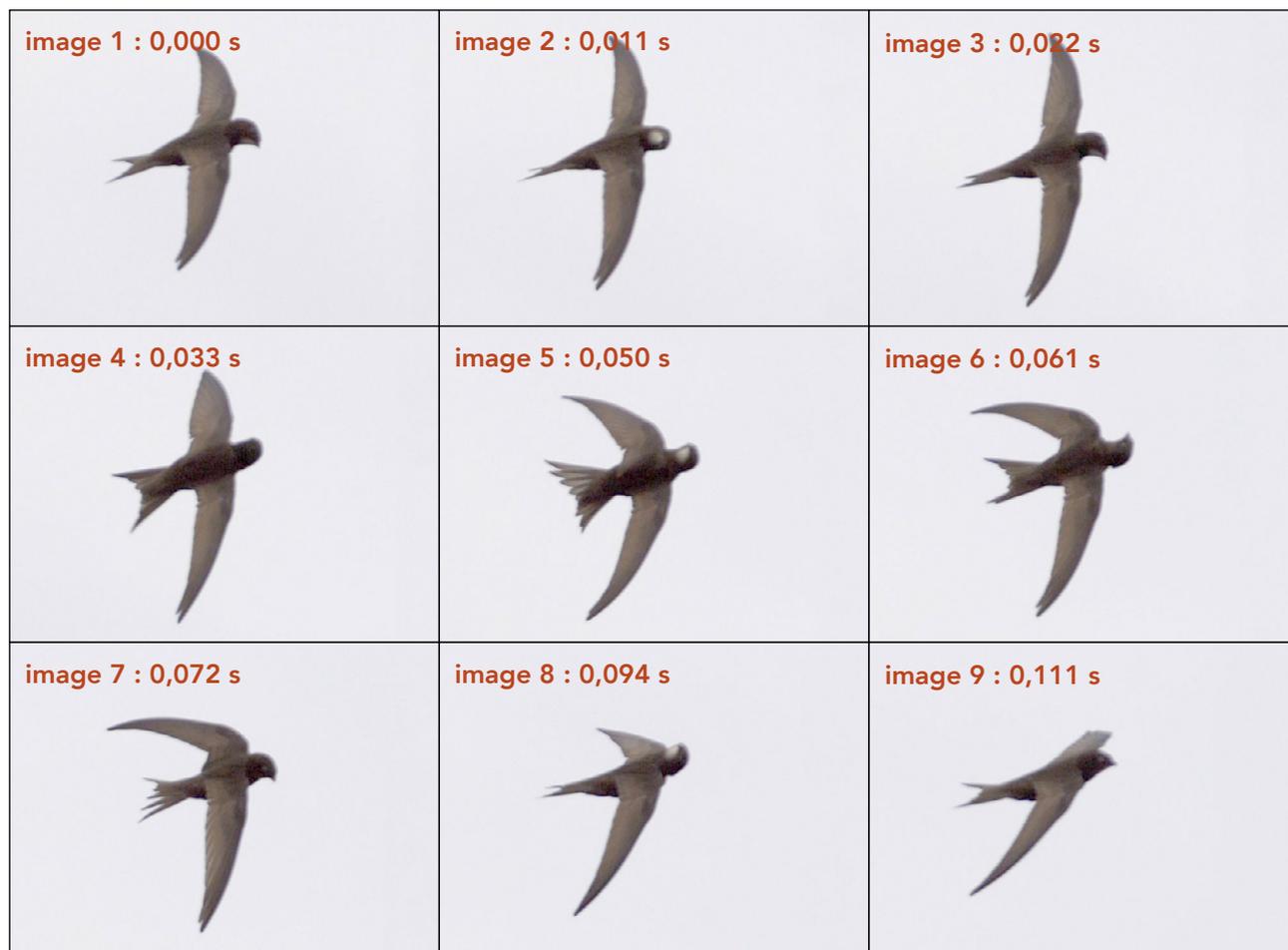


Figure 29.
Rotations de la tête, bec fermé

Vidéo



Durée du comportement

Pour ces 5 vidéos, la durée moyenne de la toilette est de 0,16 s.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 5 concernent ce comportement soit 3,27 % du total ([Tableau 2](#)).

Discussion

Ces torsions très rapides de la tête peuvent avoir pour fonction de se débarrasser de saletés ou déloger des parasites.

En 1980, [DEREK BROMHALL](#), à la page 53 dans son livre *Devil Bird, the life of the Swift* décrit au nid des vibrations très rapides de la tête.

As well as panting and yawning the swifts occasionally vibrated head and beak very rapidly, for no more than two or three seconds at a time. Such behavior, which occurs during the course of preening sessions in the nest, has no previously been reported. The vibration was so rapid, and was over so quickly, that it was difficult to be sure it had actually happened; in fact, we were uncertain ourselves until we closely examined the film recording the event. What at first appeared to be a blurred and out-of-focus sequence of the swift's head proved, on analysis of the film, frame by frame, that the bird was in fact vibrating its beak and head at such a speed that the image on the film appeared as a blur. We later found that a photograph taken at 1/1000 second exposure was still too slow to freeze the movement of the head.

Citation que l'on peut traduire par :

En plus d'haleter et de bâiller, les Martinets de temps en temps vibraient très rapidement la tête et le bec, pendant au plus deux ou trois secondes. Un tel comportement, qui se produit au cours des séances de toilettage dans le nid, n'avait pas été signalé auparavant. La vibration était si rapide, et la fin si soudaine, qu'il était

difficile d'être sûr que cela avait réellement eu lieu ; en fait, nous étions nous-mêmes perplexes jusqu'à ce que nous examinions de près le film qui enregistrait l'événement. Ce qui au premier abord semblait être une séquence floue par un défaut de la mise au point sur la tête du Martinet s'est avéré, à l'analyse du film, image par image, que l'oiseau faisait vibrer en fait son bec et sa tête à une vitesse telle que l'image sur le film apparaissait comme un flou de bougé. Plus tard, nous avons constaté qu'une photographie prise au 1/1000 de seconde avait une vitesse d'obturation trop lente pour geler le mouvement de la tête.

Il poursuit :

An explanation of such curious behavior can only be tentative. It could be to dislodge parasites on the head, and perhaps in the nostrils, where mites congregate, but if so it has no effect that one can observe. More likely, in my view, is that it is means by which the swift preens that part of his body which it cannot reach at all with his beak, and only very awkwardly and inefficiently with his claws. By vibrating the head at high speed, individual feathers separate, small particles of dirt and debris are shaken off and the feathers fit neatly into place again when the vibration ceases. A swift has special problems in preening, different from other birds. Being continuously on the wing it cannot rest to groom itself; its legs are so short that only with great difficulty can it scratch its head when in the nest, a difficulty presumably compounded when it is actually flying. One might suppose also that swifts have a particular need to groom the feathers of the head. They catch several thousand insects each day, many of which are soft-bodied and easily damaged on impact with a swift travelling at high speed; it is to be expected that insect juices and small fragments, as well as the swift's own saliva, will adhere to the feathers around the beak and head. Indeed, this can be seen when swifts which are feeding chicks bring back food in

their throat pouches. It is possible that while on the wing the swift cleanses and grooms the feathers of his head by vibrating them at high speed, in a manner similar to the way we use ultra-sonic vibration to clean clothing. What we observed as a rare event in the nest-box may normally occur while the bird is in flight.

Citation que l'on peut traduire par :

On ne peut que provisoirement expliquer ce comportement. Il pourrait s'agir de déloger des parasites sur la tête, et peut-être des narines, où les acariens se rassemblent, mais si c'est le cas, cela n'a aucun effet que l'on puisse observer. Il est plus probable, à mon avis, que c'est par ce moyen que le Martinet nettoie cette partie de son corps qu'il ne peut absolument pas atteindre avec son bec, et seulement de façon très maladroite et inefficace avec ses griffes. En faisant vibrer la tête à grande vitesse, les plumes individuelles se séparent, de petites particules de saleté et de débris sont secouées et les plumes se remettent en place lorsque la vibration cesse. Un Martinet a des problèmes particuliers pour nettoyer son plumage, différents des autres oiseaux. Étant continuellement dans les airs, il ne peut pas se reposer pour se toiletter ; ses pattes sont si courtes que ce n'est qu'avec beaucoup de difficulté qu'il peut se gratter la tête quand il est au nid, une difficulté sans doute aggravée quand il est en vol. On pourrait supposer aussi que les Martinets ont un besoin particulier de se nettoyer les plumes de la tête. Ils attrapent plusieurs milliers d'insectes chaque jour, dont beaucoup sont mous et facilement endommagés au moment de l'impact par un rapide voyage à grande vitesse ; il faut s'attendre à ce que les fluides corporels et les petits fragments d'insectes, ainsi que la salive du Martinet, adhèrent aux plumes autour du bec et de la tête. C'est ce que l'on constate en effet lorsque les Martinets qui nourrissent les poussins ramènent de la nourriture dans leur poche sublinguale. Il est possible que pendant qu'il est en vol, le

Martinet nettoie et toilette les plumes de sa tête en les faisant vibrer à grande vitesse, d'une manière similaire à la façon dont nous utilisons des vibrations ultrasoniques pour nettoyer des vêtements. Ce que nous avons observé comme un événement rare dans le nichoir pourrait normalement se produire pendant que l'oiseau est en vol.

Deux remarques à propos de la citation de **BROMHALL**.

1. ...Il est plus probable, à mon avis, que c'est par ce moyen que le Martinet nettoie cette partie de son corps qu'il ne peut absolument pas atteindre avec son bec, et seulement de façon très maladroite et inefficace avec ses griffes....
... Étant continuellement dans les airs, il ne peut pas se reposer pour se toiletter ; ses pattes sont si courtes que ce n'est qu'avec beaucoup de difficulté qu'il peut se gratter la tête quand il est au nid, une difficulté sans doute aggravée quand il est en vol.

Mes vidéos montrent que le Martinet est tout à fait capable de se gratter la tête en vol comme au nid.

2. Sur mes vidéos, il ne s'agit pas exactement de vibrations de la tête mais de rotations rapides et de forte amplitude.

Comparaison avec l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*)

Une vidéo d'Hirondelle rustique adulte en vol, montre un tel comportement de rotations très rapides de la tête.

Le bec fermé, l'oiseau fait une rotation et demi très rapide de la tête à 180° à droite, à gauche et encore à droite. L'action totale dure 0,100 s.

Cette vidéo fait partie d'une série sur des Hirondelles rustiques chassant des insectes à faible hauteur au-dessus d'une prairie (**Figure 30**).



Figure 30. Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) : rotation très rapide de la tête à 180° Vidéo  

Comparaison avec la Sterne caugek

La plupart des oiseaux qui pêchent en plongeant, comme la Sterne caugek, s'ébroue à la sortie de l'eau tout en effectuant des rotations très rapides de la tête (**Figure 31**).

s'observent régulièrement chez les oiseaux perchés ou posés lors des toilettes, des plongeurs, des baignades, des bains de poussières. Ils servent à éliminer des gouttelettes d'eau, des particules solides, éventuellement des parasites si ceux-ci ne sont pas solidement accrochés aux plumes ou fixés sur la peau (tiques...).

Généralisation

Ces rotations très rapides de la tête



Figure 31. Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis*) : rotation très rapide de la tête à 180°

4.2. Rotations de la tête, bec grand ouvert

des torsions très rapides de la tête sur sa droite et sa gauche (Figure 32).

Sur 5 vidéos l'oiseau ouvre largement le bec avec la langue flottante. Il effectue

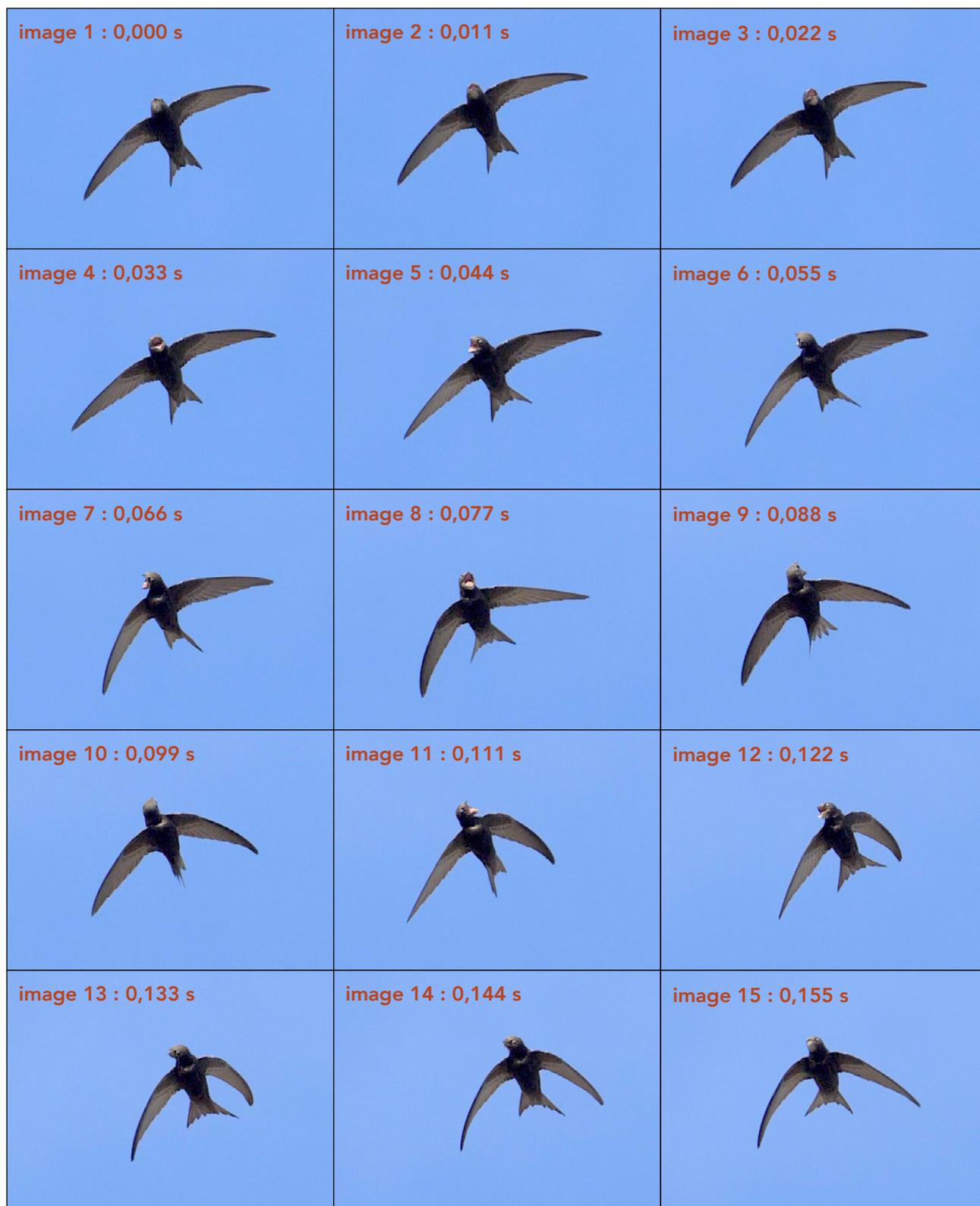


Figure 32.
Rotations de la tête, bec grand ouvert

Vidéo



Analyse du comportement

Il diffère du comportement précédent par deux caractéristiques :

- L'oiseau ouvre largement le bec avec la langue flottante ou non. Les yeux sont fermés par les grosses paupières comme c'est souvent le cas quand un Martinet noir ouvre largement le bec (voir l'article à venir sur les captures de proies) ;
- Les torsions de la tête sont plus énergiques que dans le cas précédent : elles impliquent tout le corps au point que la queue, aux rectrices étalées en éventail, effectue elle-aussi une torsion.

Dans 2 vidéos de 2018, le comportement est précédé d'une capture ; une seule de ces vidéos montre le rejet de la proie capturée (**Figure 33**).

Légendes de la **Figure 33** :

- **image 1** : la proie est repérée, le martinet se prépare à la capture ;
- **image 2** : la tête est projetée vers l'avant, avec le bec grand ouvert ;
- **image 3** : la proie est capturée ;
- **image 4** : la proie est dans la cavité buccale ;
- **image 5** : le martinet rejette aussitôt la proie en ouvrant largement le bec et en tournant très rapidement la tête ;
- **image 6** : le martinet rejette la proie en gardant le bec grand ouvert ;
- **image 7** : le martinet rejette la proie en gardant le bec grand ouvert ;
- **image 8** : le martinet rejette la proie en gardant le bec grand ouvert ;
- **image 9** : le martinet ferme le bec.

L'insecte a-t-il piqué la bouche du martinet ?

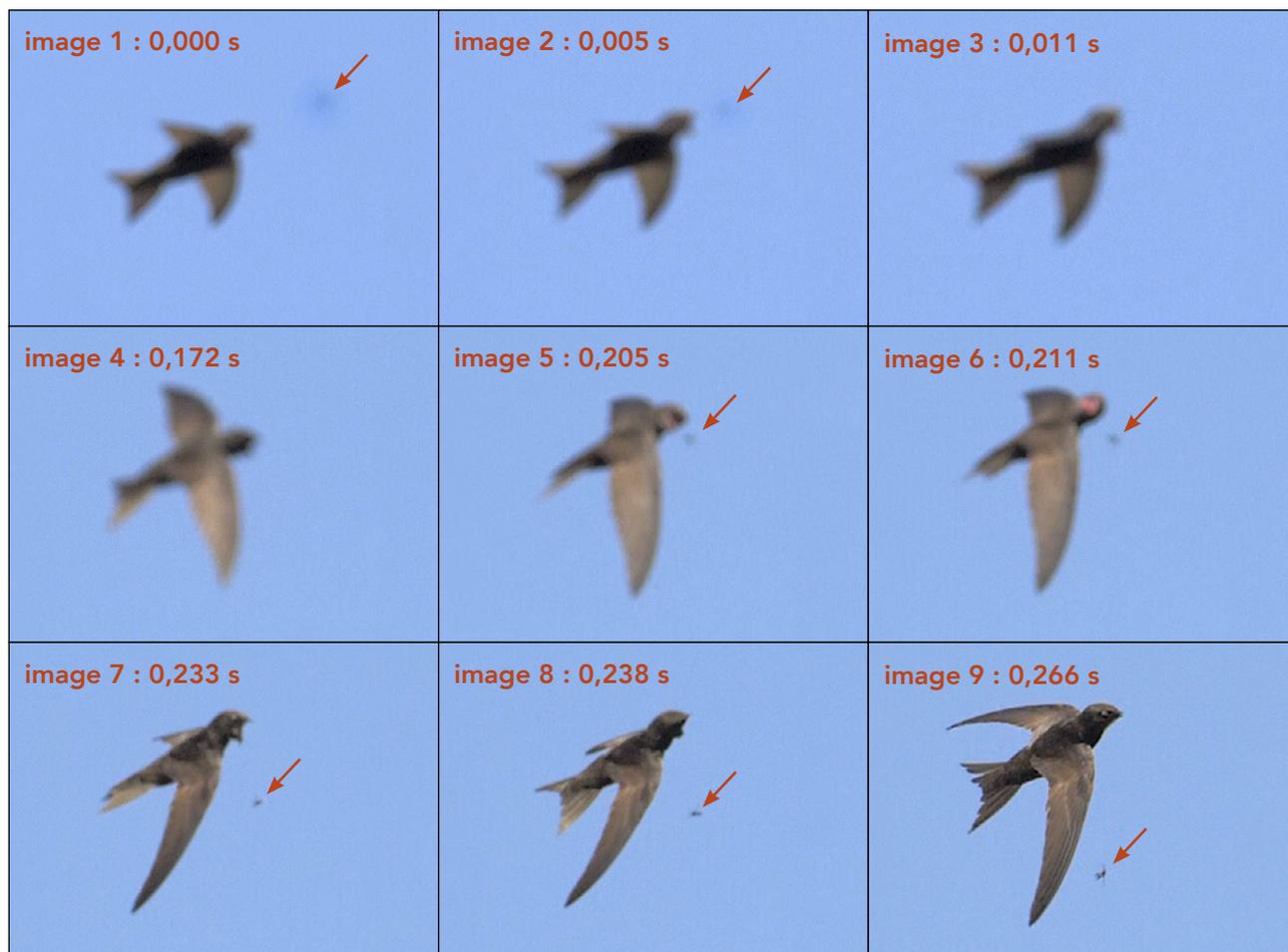


Figure 33.
Capture et rejet immédiat d'une proie

Vidéo



Durée du comportement

Dans la vidéo où se trouve le comportement décrit sur la **Figure 32**, le martinet enchaîne, en 1,66 s, 4 rotations qui ont exactement la même durée (0,155 s) et qui suivent la même séquence de postures.

Dans l'exemple de la **Figure 33**, l'oiseau a le bec ouvert pendant 0,066 seconde, le temps de rejeter la proie aussitôt après sa capture.

Fréquence du comportement

Parmi 153 comportements de toilettage enregistrés en vol, 5 concernent ce comportement soit 3,27 % du total (**Tableau 2**).

Discussion

Quand il chasse pour lui-même, le Martinet noir ingère immédiatement les insectes capturés. L'exemple de la **Figure 33** montre que l'oiseau, dans certaines circonstances, peut rejeter aussitôt la proie. Dans les publications sur le Martinet noir, il est généralement admis que celui-ci est capable de sélectionner à vue ses proies avant leur capture. Par exemple, on cite sa capacité à sélectionner les mâles faux-bourçons sans aiguillon tout en évitant la capture des

ouvrières qui en sont munies (Lack, 1956).

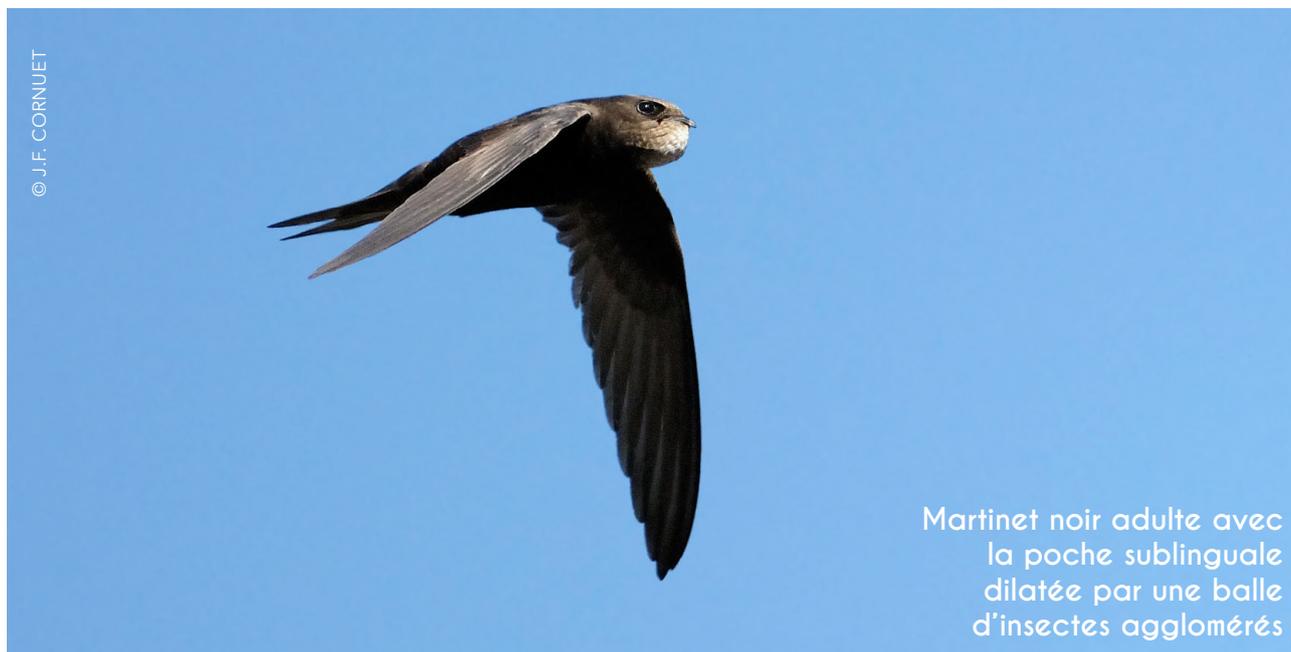
La **Figure 33** montre que la sélection d'une proie peut se faire exceptionnellement par son rejet immédiat après la capture.

Ceci m'apparaît comme un comportement très rare et accidentel au vu des centaines de captures filmées sans rejet visible.

Lorsqu'il nourrit ses poussins, le Martinet noir chasse plusieurs centaines de proies souvent de petite taille qu'il englue de salive et stocke vivantes sous forme d'une balle ou bolus dans une poche sublinguale (photo ci-dessous). Au nid, il régurgite ce bolus dans la bouche d'un poussin.

Il est possible alors, qu'après un nourrissage, en sortant du nid, l'oiseau trouve le besoin de se nettoyer la bouche en secouant énergiquement la tête avec le bec largement ouvert.

Le Martinet noir a également la possibilité de se nettoyer la cavité buccale **lorsqu'il prélève de l'eau en rasant la surface avec le bec grand ouvert**. Les passages souvent répétés suggèrent qu'ils ne servent pas uniquement à éteindre sa soif (U. Tigges, communication personnelle). Remarquons pour terminer qu'il n'existe aucune donnée fiable sur le rejet de pelotes de réjection par le Martinet noir. (U. Tigges, communication personnelle).



5. Bilan

Se toiletter en vol pose 3 défis majeurs au Martinet noir :

- pouvoir toiletter correctement toutes les parties du corps ;
- limiter la perte d'altitude ;
- garder pendant la toilette une bonne perception de l'environnement.

Cette étude montre les différentes stratégies développées par le Martinet noir pour répondre à ces 3 défis.

5.1. Pouvoir toiletter correctement toutes les parties du corps

• La tête

Avec sa tête très mobile et ses griffes, l'oiseau peut se gratter la tête sur toutes ses faces. Des torsions rapides de la tête bec fermé complètent ce toilettage externe. Des torsions rapides bouche ouverte peuvent quant à elles assurer l'hygiène de la cavité buccale.

• Le tronc

La mobilité de la tête et les capacités d'extension du cou permettent au bec de l'oiseau de nettoyer et d'ordonner le plumage de la poitrine, du ventre et du dos.

• Les pattes

La souplesse de l'oiseau lui permet de nettoyer ses pattes avec le bec.

• La queue

Les capacités d'extension du cou et de la cambrure du dos sont mises à contribution pour lisser les rectrices de la queue et accéder à la glande uropygienne pour l'entretien du plumage.

Les rectrices bénéficient également du nettoyage par contorsions et frottements.

• Les ailes

Les longues ailes sont surtout entretenues

lors de diverses figures acrobatiques qui s'accompagnent d'un relâchement des rémiges fortement secouées ainsi que des frottements des ailes l'une sur l'autre, sur la queue et sur le dos.

5.2. Limiter la perte d'altitude

Toutes les actions de toilettage en vol du Martinet s'accompagnent d'une perte d'altitude.

Pour limiter celle-ci, l'oiseau use de trois stratégies complémentaires :

- prendre de l'altitude avant le début du toilettage ;
- réduire la perte d'altitude en augmentant la portance ;
- réduire la durée du toilettage.

1. Prendre de l'altitude avant le début du toilettage

Certaines vidéos montrent un court vol ascensionnel avant le début du comportement de toilettage. Cette élévation peut se faire par un vol battu particulier potentiellement ascensionnel avec les rectrices de la queue largement déployées. Le Martinet sait aussi très bien profiter des ascendances thermiques pour s'élever en planant (HEDRICK, PICHOT ET DE MARGERIE, 2018).

2. Réduire la perte d'altitude en augmentant la portance

Les toilettages avec le bec et les pattes se font toujours au cours d'un vol plané où les ailes et la queue sont largement étalées pour augmenter la surface et donc la portance. L'oiseau freine sa descente et réduit la perte d'altitude. En se basant sur l'étude des postures, on peut faire un classement des comportements selon l'importance supposée de la perte d'altitude. (Figure 34, Figure 35, Figure 36).



Figure 34.

La toilette de la poitrine (G) et le grattage de la tête (D) où l'oiseau arrive à conserver la position initiale étalée du vol plané doivent occasionner une perte d'altitude limitée.



Figure 35.

La rotation de la tête vers l'arrière dans la toilette du dos (G) et la cambrure du dos dans le lissage des rectrices (D) réduisent la surface ce qui tend à augmenter la perte d'altitude.



Figure 36.

Les mouvements croisés des ailes sur le dos (G) et le relâchement des rémiges et des rectrices (G) sont vraisemblablement responsables de la perte d'altitude la plus forte des comportements étudiés.

Tableau 4.

Durée moyenne des différents comportements de toilettage étudiés chez le Martinet noir

	Nombre de données prises en compte	Durée moyenne (seconde)
Dos	57	1,00
Rectrices	2	1,33
Poitrine et ventre	21	1,00
Pattes	1	0,66
Grattage de la tête	20	1,25
Contorsions avec frottements	34	1,34
Battements des ailes	4	0,82
Roulis	2	0,67
Rotation de la tête, bec fermé	5	0,16
Rotation de la tête, bec grand ouvert	1	4 rotations de 0,155 s en 1,66 s

3. Réduire la durée du toilettage

Pour réduire la perte d'altitude, le Martinet noir a également opté pour des comportements de toilettage aux durées très courtes (**Tableau 4**).

Les durées moyennes des comportements de toilettages sont égales ou inférieures à 1 seconde.

Cette brièveté est une des raisons majeures qui explique que ces comportements ont été jusqu'à ce jour peu étudiés dans le détail. Seul un ralenti suffisant d'une prise de vue continue à faible distance peuvent en assurer une description détaillée.

5.3. Garder pendant la toilette une bonne perception de l'environnement

Dans tous les comportements de toilettage étudiés, malgré des postures acrobatiques nécessaires pour atteindre les différentes parties du corps de l'oiseau, celui-ci tend en permanence à conserver l'inclinaison du plan frontal égale ou proche de 0° par rapport à l'horizon (TIGGES, 2004) à l'aide de mouvements coordonnés des ailes, des pattes et de la queue.

6. Répertoire comportemental



Figure 37.

La toilette en vol chez le Martinet noir - Répertoire comportemental

Vidéo



La **Figure 37** présente un premier répertoire comportemental de la toilette en vol chez le Martinet noir. Établi uniquement à partir des prises de vue réalisées en un lieu fixe à proximité d'une petite colonie urbaine, il est nécessairement incomplet. Aux dix comportements analysés et interprétés doivent s'ajouter notamment ceux concernant l'usage de l'eau : mouillage du plumage ventral sur une surface d'eau, comportements sous la pluie...

Il n'est pas exclu que d'autres comportements pourront être observés et enregistrés dans d'autres lieux et circonstances pour venir enrichir ce répertoire.

La comparaison des données des deux années montrent que dès 2017, pratiquement les dix comportements de toilettage avaient été observés chez le Martinet noir. L'année 2018 a cependant permis d'enrichir la base de données et d'améliorer la validité des calculs sur les durées moyennes et les fréquences des différents comportements.

Par comparaison, la **Figure 38** présente également un premier répertoire

comportemental de la toilette en vol chez le Martinet à ventre blanc.

Commençons par un point étonnant. Pour le Martinet noir, j'ai consacré 65 jours d'observations avec prises de vue, à raison d'une moyenne de 4 heures par jour, soit un total de 260 heures. Alors que pour le Martinet à ventre blanc, les vidéos ont été enregistrées sur un laps de temps très court. En effet, au cours de deux matinées, les oiseaux ne sont venus que quelques minutes voler au-dessus de ma tête pour chasser !

Et pourtant, quatre des comportements étudiés chez le Martinet noir ont pu être identifiés chez le Martinet à ventre blanc, sans compter les scènes de captures qui seront analysées dans un second article.

L'étude comparative du toilettage en vol de ces deux espèces a mis en évidence de très grandes similitudes dans les postures utilisées ainsi que dans leurs durées moyennes. Des morphologies qui diffèrent seulement par les dimensions et des contraintes identiques liées au temps très important consacré au vol aboutissent à des comportements de toilettage tout à fait comparables.

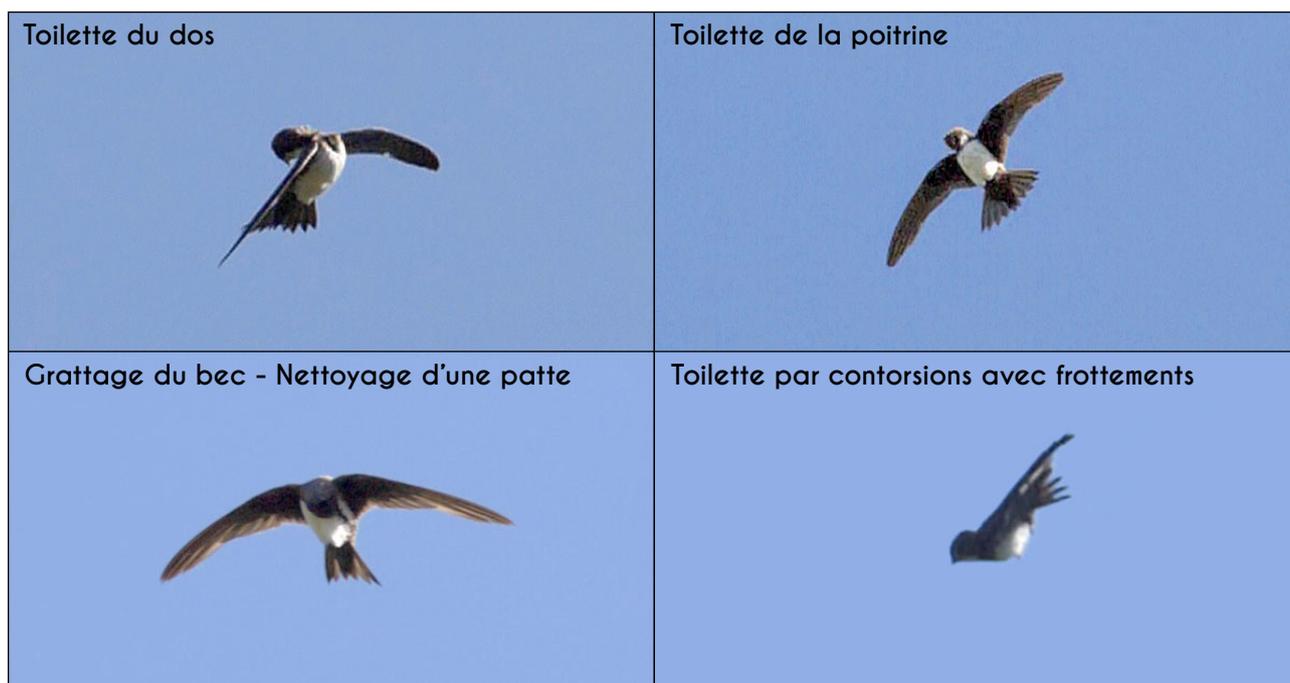


Figure 38.

La toilette en vol chez le Martinet à ventre blanc - Répertoire comportemental

Vidéo



7. Les toilettes en vol chez les oiseaux

Chez un oiseau en vol, toute activité susceptible d'avoir déplacé le plumage peut provoquer des secousses de l'ensemble du corps pour remettre les plumes en ordre (GOODWIN, 1959). Par exemple ce comportement s'observe chez les oiseaux qui pêchent en volant et en plongeant dans l'eau. Des secousses et torsions rapides du corps et des ailes éliminent une partie de l'eau du plumage (Sternes, Balbuzards...). Quand le plongeon est un bain pour nettoyer le plumage, l'oiseau poursuit également son vol en secouant son plumage (Sternes, Martinets, Hirondelles, Guépriers, Loriots...).

De même, lorsqu'un oiseau est relâché après les manipulations d'une opération de baguage, il est fréquent chez de nombreuses espèces de voir l'oiseau s'ébrouer après son envol.

Secouer son plumage en vol est donc le comportement le plus commun et le plus répandu chez les oiseaux. Parce que c'est un mouvement rapide qui ne nécessite pas une attention particulière, il n'est pas nécessairement limité aux oiseaux dotés de capacités de vol inhabituelles.

Le Martinet noir n'est donc pas le seul oiseau capable de se toiletter en vol.

À partir de mes prises de vue (photos et vidéos) et de mes recherches sur Internet, a été construit un tableau (**Tableau 5.**) des espèces d'oiseaux aptes à se toiletter en vol. De nombreuses espèces s'ajouteront au fil du temps, toutefois à la lecture de ce classement, 4 groupes principaux d'espèces semblent montrer des aptitudes certaines pour ce genre de comportements. Sans oublier cependant que beaucoup d'espèces ne sont pas faciles à photographier et à filmer en vol.

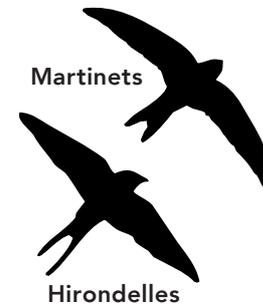
7.1. Les 4 groupes principaux d'espèces d'oiseaux aptes à se toiletter régulièrement en vol

Martinets et Hirondelles

Ces espèces ont en commun un bec court, triangulaire et plat, une énorme ouverture de la bouche, de petites pattes et des ailes très longues pour leur taille (envergure : 30 à 45 cm).

Ils se nourrissent exclusivement d'insectes capturés en vol.

Les Hirondelles passent une grande partie de leurs journées dans les chasses aériennes ; les Martinets ne se posent que pour nicher. Alternant vol plané et vol battu, ce sont des oiseaux aux grandes capacités voilières, capables de manœuvres acrobatiques, de changements brusques de trajectoires...



Sternes et Guifettes

Ces oiseaux d'eau de taille moyenne ont en commun un bec fin et pointu, de petites pattes, des ailes longues et effilées (envergure : 55 à 135 cm)

avec une queue souvent échancrée. Leur silhouette et leur vol élégant leur ont valu le qualificatif d'Hirondelles de mer. Étroitement liés à l'eau, ils pêchent de petits

poissons en plongeant ou capturent des insectes à la surface de l'eau. Sternes et Guifettes, alternant vol plané et vol battu, sont capables de manœuvres acrobatiques et de changements brusques de trajectoires. Elles passent l'essentiel de leur vie dans les airs que ce soit pour se nourrir, se déplacer ou effectuer de grandes migrations.

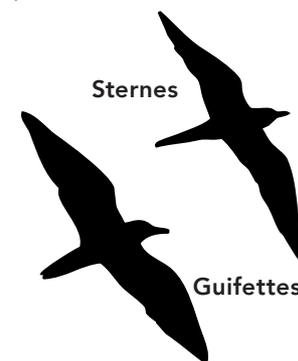


Tableau 5.

Liste des espèces d'oiseaux photographiés ou filmés en train de se toiletter en vol

Ordres	Familles	Espèces	Envergures cm	Toilette avec le bec				Grattage tête cou	Contorsions et frotements	Battements des ailes	Roulis	Rotation tête bec fermé	Rotation tête bec ouvert
				Dos	Rectrices	Poitrine Face. inf.	Pattes						
Apodiformes	Apodidae	Martinet noir (<i>Apus apus</i>)	42-48	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Apodiformes	Apodidae	Martinet à ventre blanc (<i>Tachymartus melba</i>)	54-60	●		●	●	●					
Apodiformes	Apodidae	Martinet ramoneur (<i>Chaetura pelagica</i>)	30				W						
Apodiformes	Apodidae	Martinet des maisons (<i>Apus affinis</i>)	33	W									
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle de rivage (<i>Riparia riparia</i>)	26-29			G			●		●		
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle de rochers (<i>Ptyonoprogne rupestris</i>)	32-35				●						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle noire (<i>Progne subis</i>)	40			G							
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle chalybée (<i>Progne chalibea</i>)	??				B						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle bicolor (<i>Tachycineta bicolor</i>)	30-35				B						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle à ailes blanches (<i>Tachycineta albiventer</i>)	??				B						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle à ailes hérissée (<i>Stelgidopteryx serripennis</i>)	??				B						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>)	32-35				W G				●		
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle rousseline (<i>Cecropis daurica</i>)	32-34				W						
Passériformes	Hirundinidae	Hirondelle de fenêtre (<i>Delichon urbicum</i>)	26-29		W		W						
Ansériformes	Anatidae	Canard chipeau (<i>Mareca strepera</i>)	84-95				●						
Falconiformes	Falconidae	Faucon hobereau (<i>Falco subbuteo</i>)	68-84				●		●				
Accipitriformes	Accipitridae	Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)	110-130						●				
Ciconiiformes	Ciconiidae	Cigogne blanche (<i>Ciconia ciconia</i>)	155-165		W								
Pelecaniformes	Pelecanidae	Pélican brun (<i>Pelecanus occidentalis</i>)	200-230				W						
Pelecaniformes	Threskiornithidae	Ibis blanc (<i>Eudocimus albus</i>)	97	W									
Suliformes	Sulidae	Fou de Bassan (<i>Morus bassanus</i>)	165-180		W		W						
Suliformes	Sulidae	Fou masqué (<i>Sula dactylatra</i>)	150-170		W								
Suliformes	Fregatidae	Frégate aigle-de-mer (<i>Fregata aquila</i>)	200		W		K						
Suliformes	Fregatidae	Frégate superbe (<i>Fregata magnificens</i>)	215-245		W		K						
Suliformes	Fregatidae	Frégate du Pacifique (<i>Fregata minor</i>)	205-230		W		K						
Suliformes	Phalacrocoracidae	Grand Cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	130-160		W								
Suliformes	Laridae	Goéland argenté (<i>Larus argentus</i>)	135-145				G						
Charadriiformes	Laridae	Goéland d'Audubon (<i>Larus occidentalis</i>)	132-142			G	G						
Charadriiformes	Laridae	Goéland à ailes grises (<i>Larus glaucescens</i>)	132-137				G						
Charadriiformes	Laridae	Goéland à bec cerclé (<i>Larus delawarensis</i>)	121-127		W		G						
Charadriiformes	Laridae	Goéland de Californie (<i>Larus californicus</i>)	122-140		W								
Charadriiformes	Laridae	Mouette rieuse (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	94-110		W								
Charadriiformes	Laridae	Mouette tridactyle (<i>Rissa tridactyla</i>)	91-97	W	W								
Charadriiformes	Laridae	Bec-en-ciseaux noir (<i>Rynchops niger</i>)	107-127		W								
Charadriiformes	Laridae	Guifette noire (<i>Chlidonias niger</i>)	57-65	G		G	G						
Charadriiformes	Laridae	Guifette leucoptère (<i>Chlidonias leucopterus</i>)	58-67				W						
Charadriiformes	Laridae	Sterne fuligineuse (<i>Onychoprion fuscatus</i>)	82-94				G						
Charadriiformes	Laridae	Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	72-83				●						
Charadriiformes	Laridae	Sterne bridée (<i>Onychoprion anaethetus</i>)	76-81				W						
Charadriiformes	Laridae	Sterne royale (<i>Thalasseus maximus</i>)	100-135				W						
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros fuligineux (<i>Phoebastria palpebrata</i>)	183-232			G	G						
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros hurleur (<i>Diomedea exulans</i>)	254-351				G						
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros royal (<i>Diomedea epomophora</i>)	305-351				G						
Procellariiformes	Diomedidae	Albatros à cape blanche (<i>Thalassarche cauta</i>)	272-354		W								

- Vidéos et photographies personnelles
- W Photographies trouvées sur internet (voir liens URL)
- G Données d'observation publiées (Goodwin, 1959)
- K Données d'observation publiées (Kramer, 1964)
- B Données d'observation publiées (Burt, 1988)

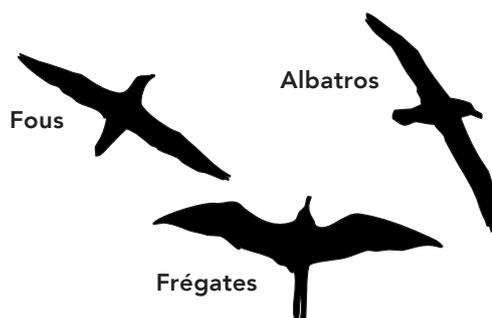
Goélands et Mouettes

Ces oiseaux d'eau, plus robustes que les Sternes et Guifettes, ont les ailes plus larges (envergure : 120 à 150 cm) et les pattes plus longues. Sur les côtes, en mer et dans les zones humides, les Mouettes et Goélands sont d'excellents voiliers qui passent une grande partie de leur vie dans les airs.



Fous, Frégates et Albatros

Ces oiseaux marins aux très longues ailes étroites (envergure : 150 à 350 cm) maîtrisent à la perfection le vol-à-voile au-dessus des mers et océans.



Ces quatre groupes passent la plus grande partie de leur vie dans les airs. Ils chassent des proies aériennes (Hirondelles et Martinets), ou des proies aquatiques capturées par plongeon (Sternes, Guifettes, Fous) ou prélevées en surface (Mouettes, Goélands, Frégates et Albatros).

Parcourant quotidiennement de grandes distances, ils sont dotés d'excellentes capacités voilières avec une grande aptitude au vol plané avec leurs longues ailes effilées.

Ces caractéristiques permettent à ces espèces de consacrer quelques instants à des comportements de toilette au cours de leurs déplacements aériens.

Si l'oiseau perd un peu d'altitude au cours du toilettage en vol, un vol ascensionnel précède le comportement : ce vol en cloche a été mise en évidence chez le **Martinet noir** (PICHOT, 2017), la Guifette noire (GOODWIN, 1959), et la **Sterne pierregarin**.

7.2. Les 2 comportements les plus observés

1. Le grattage de la tête et du cou à l'aide d'une patte

Selon le **Tableau 5**, 31 espèces (70 %) ont été observées en train de pratiquer en vol ce comportement.

Les photographies et les observations (GOODWIN, 1959 ; KRAMER, 1964 ; BURTT, 1988) montrent que, en vol, le grattage se fait toujours par la méthode directe (patte passant par-dessous l'aile).

Nous avons déjà remarqué la particularité des Hirondelles (BURTT, 1988) et des Frégates (KRAMER, 1964), qui utilisent :

- la méthode directe (patte passant par-dessous l'aile) quand elles se grattent en vol ;
- la méthode indirecte (patte passant par-dessus l'aile) quand elles se grattent, posées ou perchées.

Rappelons que le Martinet noir utilise en vol la méthode directe, et l'une ou l'autre

méthode quand il est posé au nid.

Cette différence a été mise en relation avec des changements dans la position du centre de gravité par rapport à l'appareil locomoteur, selon que l'oiseau est perché ou en vol (GOODWIN, 1959).

À l'exception du Canard chipeau qui l'exécute en vol battu, ce grattage est toujours pratiqué au cours d'un vol plané, pour faciliter le maintien de l'équilibre de l'oiseau qui garde ainsi une meilleure perception de son environnement.

2. La toilette avec le bec de la face inférieure : poitrine, ventre, axillaires

Pas moins de 22 espèces (50 %) ont été observées en train de pratiquer en vol ce comportement.

Selon la longueur du cou et du bec, les régions accessibles sont plus ou moins éloignée de la tête. Avec un cou et un bec très courts, le Martinet noir et les Hirondelles se limitent à la toilette de la poitrine, des axillaires et du dessous de la base des ailes. Alors que la Cigogne blanche avec son long cou et son bec de près de 18 cm est capable d'atteindre l'ensemble du dessous des ailes.

Il n'est pas étonnant que ces deux toilettages soient les plus fréquemment observés.

Nous avons déjà noté, à propos du Martinet noir, que le grattage de la tête et la toilette de la poitrine sont des actions qui s'accompagnent de la perte d'altitude la plus faible et de la conservation la plus simple de la perception de l'environnement.

Conclusion

La vidéo au ralenti apparaît comme la version moderne de la chronophotographie, ainsi nommée dès 1889 par **Étienne-Jules Marey**.

Selon Wikipédia : « La **chronophotographie** (du grec kronos, temps, photos, lumière, et graphein, enregistrer) désigne une technique photographique qui consiste à prendre une succession de photographies, permettant de décomposer chronologiquement les phases d'un mouvement (humain ou animal) ou d'un phénomène physique, trop brefs pour être observés convenablement à l'œil nu. »

En 1968, **OEHME** a repris cette technique avec une caméra argentique filmant à la cadence de 80 im/s d'après les légendes des illustrations de ses articles sur le vol du Martinet noir.

En 1973, **G. ET H. ROTHGÄNGER** utilisèrent aussi des photographies.

Aujourd'hui les appareils photo numériques hybrides, capables de filmer à des cadences élevées, constituent un bon outil pour approfondir l'étude des mouvements

rapides chez les animaux.

L'étude que j'ai menée sur les comportements en vol du Martinet noir ne nécessite pas de gros moyens techniques. Les martinets sont des oiseaux communs dans les villes pour l'instant, car en raison des rénovations des bâtiments, **il leur devient difficile de trouver des cavités de nidification.**

Ils passent et repassent des centaines de fois au-dessus de nos têtes. La plus grande difficulté est d'arriver à les garder bien nets dans le viseur pendant quelques secondes...

Les études comparatives ont montré que beaucoup d'espèces étaient capables de présenter une grande diversité de comportements en vol qui jusqu'à aujourd'hui avaient été peu étudiés.

J'espère que ce travail aura donné des idées de travaux analogues pour compléter les répertoires comportementaux issus de l'observation visuelle.

Un prochain article présentera l'analyse des captures de proies en vol ainsi que des données nouvelles sur certains types de vols : vol en dièdre, vol inversé, vol en duos...



Bibliographie

BERSOT, E. 1931. Comment boivent les martinets. *Nos Oiseaux* 11 : 106-107

BROMHALL, D. 1980. *Devil Birds, The Life of the Swift*. London, UK : Hutchinson & Co.

BUNDY, G., 1998. Swift wing-clapping. *British Birds* 68 : 76

BURTT, E.H. et al. , 2004. Head-scratching method in swallows depend on behavioral context. *Wilson Bulletin* 100 : 672-682

CRAMP, S. (ed.) 1985 *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. IV

DOLPHIN, A.K., 2002. Unusual flight behaviour of Common Swift. *British Birds* 95 : 24

GARINO, Y., 1998. Vie aérienne du Martinet noir *Apus apus* pendant son séjour estival. *Nos Oiseaux* 45 : 19-28

GENTON, B. et JACQUAT, M.S., 2016. *Martinets noirs : entre ciel et pierre*. Cahiers du MHNC n° 15, La Chaux-de-Fonds, CH : Édition de la Girafe, Musée d'histoire naturel.

GÉROUDET, P., 1980. *Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris

DÉOM, P., 2000-2001. *La Hulotte n°78 L'Arbalétrier ; n°79 Les Cents-jours du Martinet*. Boulton-aux-bois, F. www.lahulotte.fr

GOODWIN, R.E., 1959. Records of flight preening and related aerial activities in birds, particularly the Black Tern. *The Auk* 76 : 521-523.

HEDRICK, T. L., PICHOT, C., DE MARGERIE, E. , 2018. Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*). *Journal of Experimental Biology* 2018 221: jeb186270.

<http://jeb.biologists.org/content/221/22/jeb186270>

Consulté le 01/12/2018

KRAMER, P., 1964. Kratz- und andere Putzbewegungen bei Fregattvögeln. *Journal of Ornithology* 105 : 340-343.

LACK, D., 1956-2018. *Swifts in a tower*. London, UK : Unicorn publishing Group.

MAYAUD, N., 1936. Considérations sur l'Avifaune de l'île de Noirmoutier. *L'Oiseau et la Revue française d'ornithologie* Vol VI 1 : 64

NEUMANN, C. 2016. Behavioural thermoregulation in the Common swift during flight. *British Birds* 109 : 286-292.

http://www.mauersegler.klausroggel.de/pdf-dat/2016_Neumann_BB_Swifts.pdf

Consulté le 28/11/2018

NICE, M. M. et SCHANTZ, W. E., 1959 Head-Scratching Movements in Birds. *Auk* 76-3, 339 – 342.

<https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v076n03/p0339-p0342.pdf>

OEHME, H., 1968. Der Flug des Mauersegler (*Apus apus*). *Biologisches Zentralblatt* Vol 87 3, 287-311.

OEHME, H., 1968. Über besondere Flugmanöver des Mauersegler (*Apus apus*). *Beiträge zur Vogelkunde* 13, 393-396

PELLIS, S. M., 2014. Head Scratching in Birds. In *Advances in the Study of Behavior* Vol 46, 138-149

PICHOT, C., 2017. Trajectoire et comportement en vol, en contexte alimentaire, chez le Martinet noir (*Apus apus*). *Rapport de Recherche – Université de Rennes*.

ROTHGÄNGER, G. et ROTHGÄNGER, H. 1973. Über spezielle Verhaltensweisen fliegender Mauersegler. *Der Falke* 20, 124–130.

<http://www.commonswift.org>

Consulté le 28/11/2018

SIMMONS, K.E.L., 1957. The taxonomic significance of the head-scratching methods of birds. *Ibis* 99 : 178-181

SIMMONS, K.E.L., 1961. Problems of head-scratching in birds. *Ibis* 103a : 178-181

TIGGES, U., 2004. Head Orientation in Flight of Common Swift. *The Osprey* 4 : 35

WALLACE, D.I.M., 1961. Preening in flight. *British Birds* 54 : 323-324



Remerciements

Merci à Ulrich TIGGES pour ses remarques pertinentes, sa disponibilité de tous les instants et le partage de ses ressources bibliographiques.

Merci à Emmanuel de MARGERIE pour ses conseils avisés pour le traitements de mes données.

Merci à Valérie, ma femme, pour la relecture attentive des textes.

Merci à Michel BARATAUD pour les dernières corrections et surtout pour avoir rendu possible cette publication en m'acceptant dans le groupe sur l'invitation de mon ami Jean-François DESMET.

Pour citer cet article :

CORNUET, J.F. 2018.

Les apports de la vidéo au ralenti pour l'étude des comportements en vol du Martinet noir (*Apus apus*) en période de reproduction
Partie 1 Le toilettage.
Plume de Naturalistes 3 : 1-54.

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes* :
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Contribution of slow motion video for in flight behavioral study in the Common Swift (*Apus apus*) during the breeding period

Part 1 Grooming

By **Jean-François CORNUET**
(jfc@jfcornuet.info)

Abstract

In May, June and July 2017 and 2018, 65 days were devoted to video recording the behavior of Common Swifts (*Apus apus*) flying over a small urban colony in the suburbs of Paris (France). The first aim of this work was to capture through video recording various flight behaviors. The first tests showed that only flight tracking with slow motion shooting could provide valuable video data. The choice of equipment was based on the Panasonic GH5 hybrid camera, which had just been launched on the market in April 2017. This camera allows shooting in HD at a frame rate of 180 fps, or 6 times slower.(17%). With its ergonomics and electronic viewfinder for easy manual focusing (Focus Peaking), this device is well suited for freehand tracking of the very fast flight of swifts. Nearly 1400 videos were captured with the GH5 and a Nikkor 4/300 AFS telephoto.



The different kinds of flights (flapping, gliding, inverted,...) and social behaviors (dihedral flight, duo flight,...) amounted to 64 % of videos.

Preys catches in flight represented 25 % of videos, and, 11 % of the videos present various in-flight grooming behaviors. The latter has been analyzed in Part I.

Settled down in the nest, breeding adults and immature explorers spent part of their time maintaining their plumage during individual or mutual grooming sessions between the two partners.

Outside the breeding season, swifts spent all the time on the wing. They had therefore to develop particular in-flight grooming behaviors.

With their neck extension facility and general flexibility of the body, swifts use their beak to groom both the chest and the back. By bending backwards strongly, the bird is able to reach the uropygial gland, including preening the tail feathers. Although quite short, legs are mainly used to vigorously scratch head and neck. Like all species that can head scratching in flight, the Common Swift succeeds to pass the leg under the wing to reach the head.

In addition to these classic grooming behaviors, swifts combine various kinds of in-flight acrobatic figures that can be accurately described with slow motion video. The bird shakes its whole body, rubs its wings together, twists its head very quickly with beak open or closed.

These videos show that the Common Swift is fully able to perform complete body maintenance in flight. To limit altitude loss during these in-flight grooming operations, the bird has developed 3 complementary strategies:

- it anticipates the loss of altitude by a short preliminary ascent flight,

- it reduces altitude loss by increasing lift through gliding,
- it reduces altitude loss by very short grooming times equal to or less than one second.

The speedness of these behaviors is presumably one of the main reasons why these behaviors have so far been little studied in detail. Only a sufficient slow motion video at close range is able to provide a precise description of these behaviors.

Finally, it is clear from the videos that swift seeks to maintain a good perception of its environment at any time by maintaining the inclination of the frontal plane at or near 0° to the horizon using coordinated movements of the wings, legs and tail.

Based on this analysis, a first behavioral catalogue of in-flight grooming is proposed for the Common Swift.

The extension of this study to other bird species reveals characteristics common to groups practising in-flight grooming :

- rather long and tapered wings reflecting excellent aerial skills and an ability to spend most of their lives in the sky for foraging and travelling over long distances,...
- the two most frequent grooming behaviors are : head and neck scratching and underside grooming with the beak.

Introduction

For nearly a century, Common Swifts (*Apus apus*) have been and continue to be the subject of a huge number of observations and studies. Ulrich Tigges, Webmaster of www.commonswift.org, identified until 2016 nearly 6 000 publications on this species. All aspects of the biology and behavior of this bird have been explored within the limits of field techniques. Many laboratory studies have also been conducted on the amazing aerodynamic capacities of this bird. We know that the Common Swift spends most of its life on the wing for moving, migrating, feeding, grooming, sleeping, finding nest material, and eventually mating...

When sitting in the nest under the roof of a house, aspects of the behavior of the swift are well known because their observations do not involve any real technical problems. In contrast, its aerial behavior is much more difficult to record and describe in detail. The bird's small size (42 to 48 cm in wingspan), its fast flight (10 m/s on average) and the brevity of its behavioral items are the main problems to be solved to access this knowledge. Fortunately, near breeding sites, individuals can be observed in flight at a short distance for hours.

Visual observation made it possible to describe the two main types of flight, flapping and gliding. But observing and interpreting some very rapid behavioral items lasting less than or equal to one

second is quite challenging.. In the late 1960s, some authors (e.g. OEHME, 1968 ; ROTHGÄNGER, 1973) started using a film camera to try to capture what the observer could not see. These pioneers were the first to describe very brief behaviors such as inverted flight or postures associated with plumage care. To my knowledge, they were not followed by others in this direction. I first started to take pictures of birds in flight, using moving pictures (1979). Then I used more intensively digital device from 2007 to 2012. Of the thousands of photos I took at that time, the vast majority only show flight postures with no particular behavior. Sometimes I got some spectacular images such as prey catches, or a grooming image where the bird scratches its head with its claws , as well as, postures much more difficult to interpret.

In 2017, the release of the Panasonic Lumix GH5 hybrid camera gave me the opportunity to shoot in FHD (1080p) at a maximum frame rate of 180 fps.

The reading at 30 fps of the rushes shot in 180 fps made me discovering for the first time in slow motion the details of very brief behavioral sequences. The videos have been classified into 3 categories (**Table 1**).

Table 1.

Distribution of videos shots in 2017 and 2018

	2017	2018	2017 + 2018
IN-FLIGHT CAPTURES	179	169	348 (25 %)
IN-FLIGHT GROOMING	73	80	153 (11 %)
ONLY FLIGHTS	267	622	889 (64 %)
Totals	519	871	1390

Methodology

Shooting periods and location

Observations and filming were made in Bois-Colombes (Hauts-de-Seine, France) from the roof of my pavilion by opening a Velux in the attic at a height of about 10 meters above the ground. Filming sessions occurred over 65 days : 33 in 2017 (from 25 May to 16 July), and 32 in 2018 (26 May to 19 July) between 6:00 am and 11:00 am (four hours on average).

A few pairs of Common Swifts also nest under the roofs of some of the surrounding pavilions and city buildings. The first individuals are regularly observed in the last week of April or the first week of May. These are breeding adults that settle quickly and discreetly in their usual nesting sites.

Numbers of birds increase from the last decade of May with the gradual arrival of 1st, 2nd and 3rd year immatures. As non-breeding birds with few exceptions, they mingle with breeding adults and prospect for potential nesting sites for the next few years. The colony's numbers drop sharply from July 20.

Shooting gear

I used the Panasonic Lumix GH5 with the Nikkor 4/300 AFS lens. With a coefficient of 2, the equivalent focal length in 35 mm is 600 mm. Some shots were also taken with the TC14 (x 1.4) associated with the 4/300; the equivalent focal length in 35 mm is then 840 mm.

The GH5 settings are as follows:

- Mode d'exposition: M
- Rec Format: MOV
- Rec Quality: FHD 8bits 100M 30p
- Variable Frame Rate: 180 fps
- In-Body Image Stabilizer: focal lens 300mm

- ISO sensitivity :400
- Photo Style CNED:
 - Contrast : - 5
 - Sharpness : - 5
 - Noise Reduction : 0
 - Saturation : - 5
 - Hue : 0
- Lens is usually closed at f8
- Shutter speed from 1/400th to 1/2000th
- On clear sky, I overexpose to make the bird not just a black silhouette on a white sky.

Hybrid cameras have an electronic viewfinder. Manual focus is made easier by Focus Peaking, a function that displays a brightly colored border in the viewfinder on the contours of objects in the sharpness plane.

For manual focusing on blue sky, I chose a monochrome display with a golden yellow Focus Peaking. Thus I know that the bird will be in focus when, on the light grey background of the monochrome sky, the dark body of the flying Swift is delimited by a golden yellow border.

Is the variable rate of 180 fps enough for properly filming a Swift in flight ?

The maximum cadence on the GH5 is 180 fps. The video played at 30 fps shows a 6 times slow motion which is suitable for most birds in flight. However, this is hardly enough for the Swift because the bird is not very large (42 to 48 cm in wingspan), its flight is fast with sudden changes of direction and sharp accelerations. I get a better reading comfort and consequently a more accurate analysis of the videos by applying a software slowdown of 50%. In the editing software, slow motion is produced by creating intermediate images by interpolation. For the Swift, the best compromise would be to film at a variable rate of 360 fps. Specialized cameras

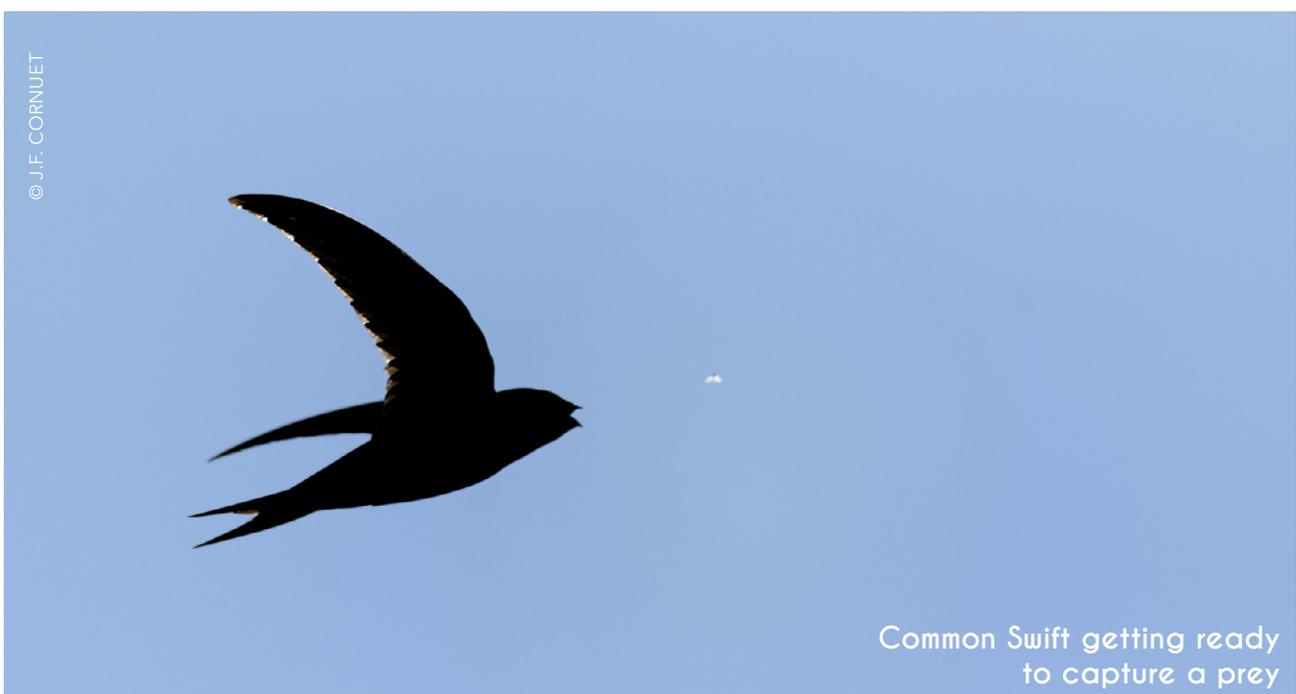
(Photron, Phantom,...) are suitable for such performance and even well beyond. Apart from their costs that are disproportionate to those of a GH5, they would not be suitable for tracking a Swift in flight because of their ergonomics. Without an electronic viewfinder, they do not allow, for example, the tracking (framing and focusing) of a Swift in flight.

What additional information does the 180 fps slow motion bring to the photography?

Let's take the example of the picture below of a swift in flight with its beak open with an insect flying a few centimeters in front of it.

This is an uncommon but not exceptional document since such images can be found on the Web. Having taken several thousand photographs of foraging swifts, I succeeded to capture but a few sharp images of such an action. With a good shooting rate (12 fps) camera I have saw nor obtained a sequence of images showing what happens just before and just after the shot. However, this type of image can lead misinterpreting

the hunting mode of the Swift. Indeed, I was very surprised to read on pages of reputable ornithological Websites that Swifts were hunting by stealing with their beaks open! This is a false and surprising statement in 2018, knowing the problem had been solved since decades by eminent ornithologists (LACK, 1956, GÉROUDET, 1980. MAYAUD 1936...). From the hundreds of shots I succeeded to film in slow motion, it is clear that the time taken by the bird to open and close the beak is so short that it is measured as hundredths of a second. The slow motion video therefore provides formal proof that the Swift keeps its beak closed between two catches while hunting.



Shooting technique

The Common Swift moves quickly through the sky, on average at 10 m/s in spring on its breeding site. It cannot be tracked with the camera attached to a tripod with a moving head. Instead, working with freehand as in photo, standing and stable on your legs is necessary to be reactive and effective in the follow-up movements of the bird.

I practiced photo of the Common Swift in flight between 2007 and 2012 using always the same 4/300 AFS with an autofocus Nikon D2X and then a Nikon D3. When the autofocus system catches the bird, a burst at 5 or 10 fps usually produces sharp images.

From 180 fps video devices, no current autofocus system is able to continuously adjust the focus on a subject that moves as fast as the swift. Moreover, the autofocus is automatically disabled on GH5 when it is set to variable frame rate.

For good manual focusing, one needs lens with a flexible and precise focusing ring. The most difficult situation to manage is when the bird arrives from the front towards the operator because it is necessary to both keep the bird in the frame and as the same time adjust the focus continuously as the bird approaches.

Video processing

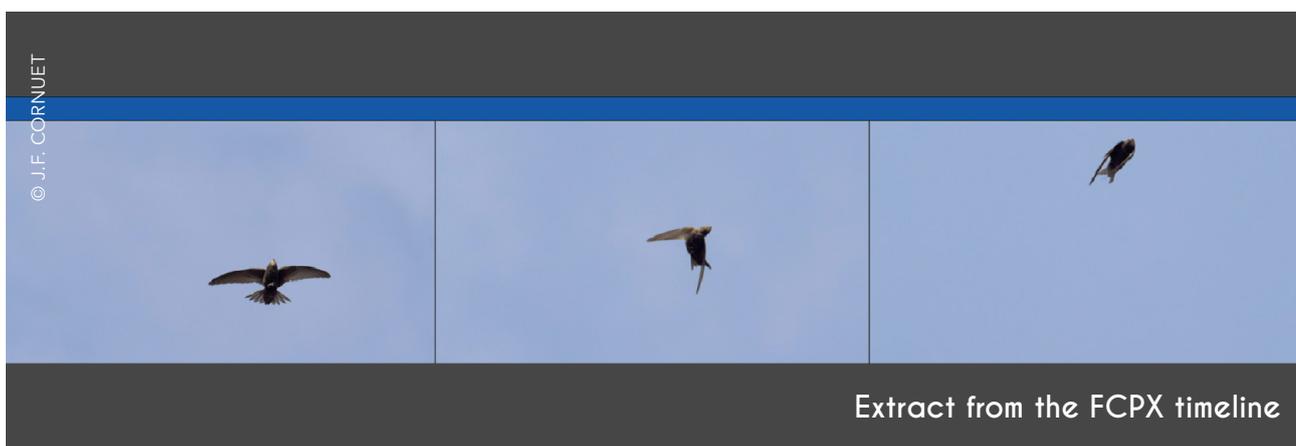
On original videos not slowed down in post-production, the duration of behavioral items and wing flapping frequencies were calculated based on the image duration (1/180s). For example, a behavior that occurs over 240 images lasts $240/180 = 1.33$ s.

Video processing (colorimetry, sharpness) as well as image analysis and counting were done using the Apple's Final Cut Pro X editing software, displaying time in images. From Apple's Compressor software, an export into a sequence of TIFF images made the production of the thumbnails sheets describing the behaviors easier.

Video analysis

Each type of grooming is described using examples presented in the form of a sheet of thumbnails from a video. The time intervals between each image are specified to the thousandth of a second. If necessary, the behavior is further analyzed.

Grooming average time and frequency are calculated. A discussion was initiated based on the data found in the literature.



Comparison with other species

The study of behavioral traits of Common Swifts in flight led me compare them with those of other species.

In August 2018, near the summit of La Bourgeoise mountain (Samoëns, Haute-Savoie, France), at an altitude of 1760 m, I filmed groups of Alpine Swift (*Tachymarptis melba*) hunting over grassy ridges. I was able to shoot prey captures in slow motion but also grooming behaviors

in flight with many similarities to those observed in Common Swift

While searching in my pictures and videos library, I found several scenes of in-flight grooming in different species of swallows, raptors,...

I finally extended the search to images found on the Web for which I mentioned direct link.



Introduction to in-flight grooming

During the two study periods (May 25 - July 16, 2017; and May 26 - July, 2018), breeding adults spend a large part of their time at the nest for maintaining their plumage during individual or mutual preening sessions between the two partners.

On the other hand, immature individuals and non-breeders have little or no opportunity to land during their first years of life. These individuals take care of themselves while flying, unless they land, alone or in pairs, for prospecting future breeding sites.

Common swifts face at least two body issues:

- Like any bird, they have to keep their plumage in good order, removing dust and dirt and rearranging the barbs and barbules of the feathers,...
- Like many birds, they hosts parasites that cling on feathers or skin, the most famous and species-specific of which is

Crataerina pallida, a haematophagous insect (Diptera, Hippoboscidae). This ectoparasite feeds on blood from the chick stage onwards and is quite common in the Common Swift.

Common Swift uses water for bathing. Wetting his plumage may arise from:

- striking the belly in flight on the surface of a lake or pond;
- enjoying rain, although Swifts don't seem to like it very much.

These kinds of behavior were not observed in this study, but are well known (BERSOT, 1931) and **documented**.

In flight, the Common Swift cares for its plumage in different ways:

- From reaching the back, tail, chest and belly with the beak;
- From head-scratching with the legs;
- Making contortions, accompanied by fluttering and rubbing of the wings on the body. (**Table 2**).

Table 2.

Different grooming behaviors studied in the Common Swift

		2017	2018	2017 - 2018	
Preening with beak	Back and upper coverts	24	33	57	37.25 %
	Tail feathers	2	1	3	1.96%
	Chest and belly	10	11	21	13.72 %
	Legs	1	0	1	0.65 %
Grooming with the legs claws - Head-scratching		10	10	20	13.07 %
Grooming with whole-body movements	Contorting and rubbing	17	17	34	22.22 %
	Wings fluttering	3	2	5	3.27 %
	Rolls	1	1	2	1.31 %
Grooming by head rotation	Head rotation with closed beak	3	2	5	3.27 %
	Head rotation with open beak	2	3	5	3.27 %
TOTALS		73	80	153	100 %

1. Grooming with the beak

In birds, in addition to its role for foraging, the beak can be used to clean, rearrange feather beards and barbules, get rid of parasites provided they are not too firmly attached to the body such as like mites. The use of the beak while grooming is visible in 82 videos.

1.1. Preening back and upper coverts of wings with the beak

57 videos show grooming feathers on the back and for some upper covers of the wing.

The **Figure 1** shows the bird partly in profile.

Captions in **Figure 1**

- **thumbnail 1**: the swift is in flapping flight, with semi-open tail feathers ;
- **thumbnail 2**: it stabilizes in gliding flight, with wings and tail spread widely for maximum lift;
- **thumbnail 3**: the bird stretches its neck, turns head 180° and grooms the feathers on upper back and wing base covers with the beak. Eyelids are closed.
- **thumbnail 4**: in this side view, the bird appears headless, keeping its wings curved backwards;
- **thumbnail 5**: the head returns to its previous position;
- **thumbnail 6**: the bird keeps on gliding.



Figure 1.
Preening back and upper coverts of wings with the beak

Video



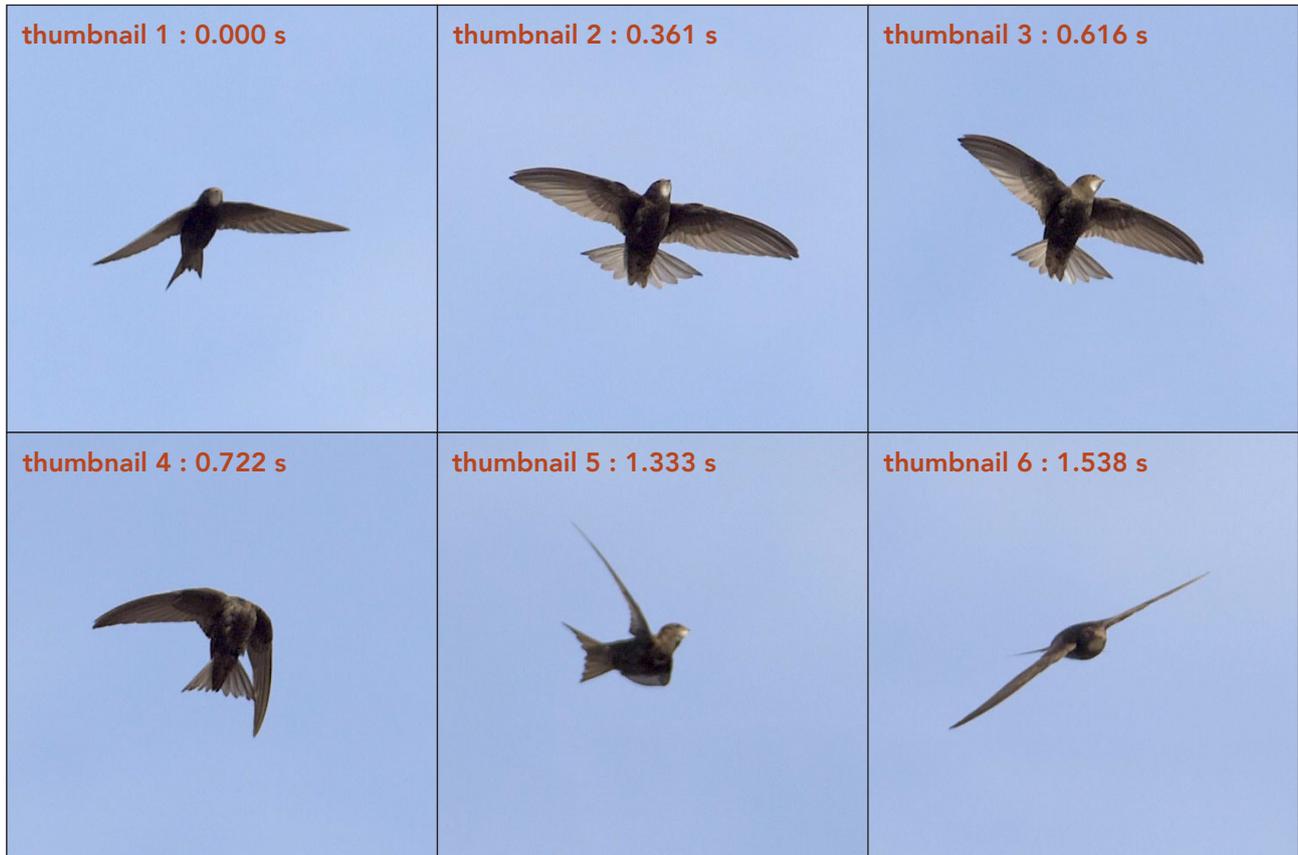


Figure 2.

Preening back and upper coverts of wings with the beak

Video



The **Figure 2** shows a bottom view with the typical «headless bird» posture as in thumbnail 4.

Captions in **Figure 2**

- **thumbnail 1:** the swift rises in flapping flight;
- **thumbnail 2:** it stabilizes in gliding flight, with wings and tail spread widely for maximum lift;
- **thumbnail 3:** the bird begins to rotating its head;
- **thumbnail 4:** the bird is preening the feathers on the upper back. In this bottom view, it looks headless, trying to maintain balance with its asymmetric wings;
- **thumbnail 5:** the head returns to its previous position;
- **thumbnail 6:** the bird keeps on gliding.

Grooming average time

When looking at more precise limits of the behavior on 57 video shots, the beginning and end of head rotation to the back, grooming average duration is 1.00 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behavior items recorded in flight, 57 concern this one, i.e. 37.25% of the total (**Table 2**).

In 2018, 3 different shots show that a single bird can achieve a sequence of 2, 3 and up to 6 back grooming operations. These sequences must even be more frequent than suggested by these 3 data because of the difficulty of following an individual for a certain amount of time. In the 6 back grooming shots, the action lasts 14 seconds and ends with a grooming by contorting and rubbing.

Trajectory study

The comparative analysis of the 57 shots shows a sequence of actions along a bell-shaped path (PICHOT, 2017) (Figure 3):

- After a flapping flight to rise (which is not always the case), the bird begins to glide, with its wings wide apart and tail fanned out to increase the body surface area and therefore lift to limit altitude loss. Sometimes in this preparatory gliding flight the bird stands with its head up.
- The bird turns its head 180° backwards: seen from below, it seems having lost its head.
- With the beak, the bird is preening the plumage of its back and wing base (lesser and median coverts).
- The wings can:
 - either be well spread to maintain

the inclination of the frontal plane equal to or close to 0° with respect to the horizon and slow down the descent;

- or move backwards by lifting or lowering at the same time as the bird's back more or less curves

Discussion

In 1961, D. I. M. WALLACE is apparently the first author to have mentioned this behavior of the Common Swift in a note published in *British Birds*.

The note is illustrated with a sketch. (Figure 4).

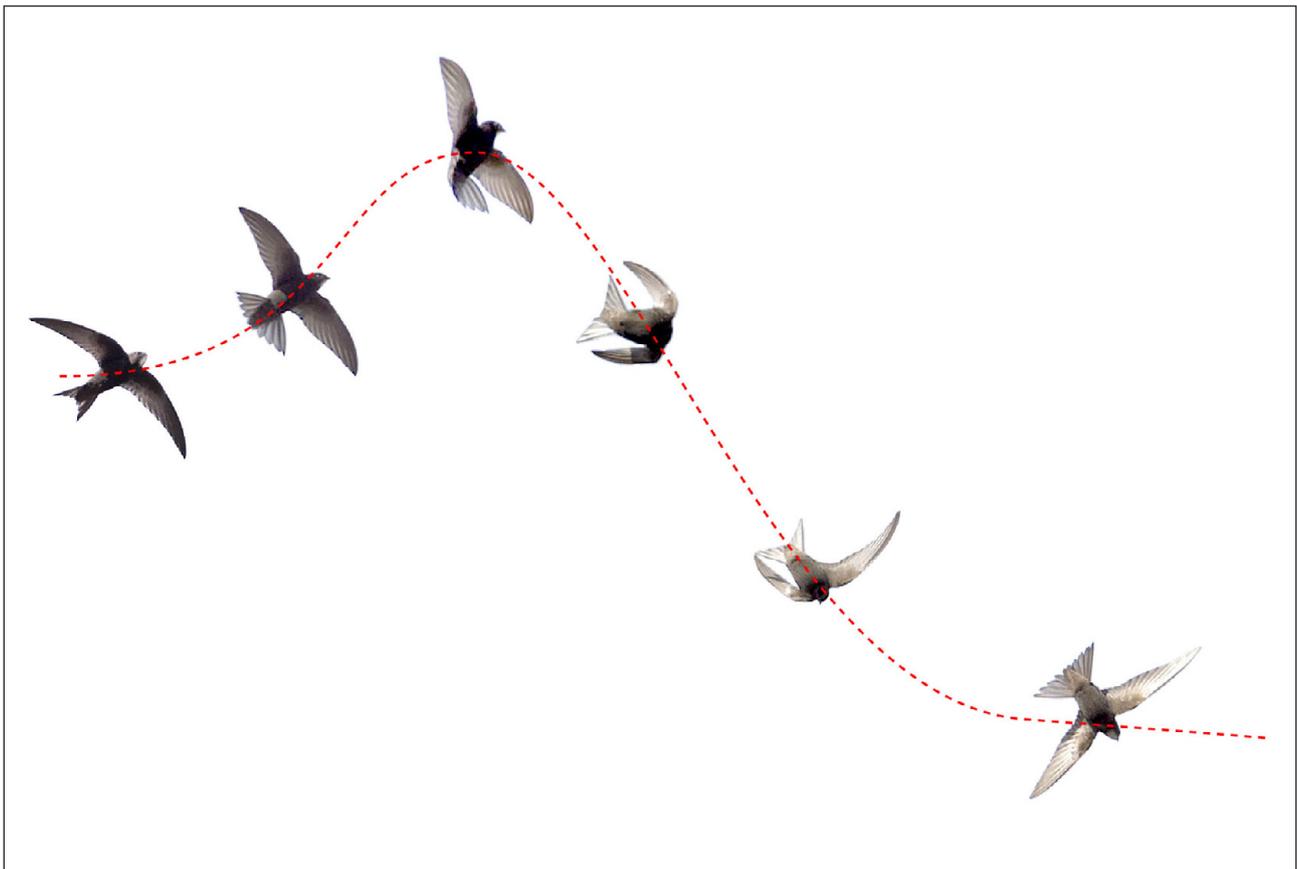
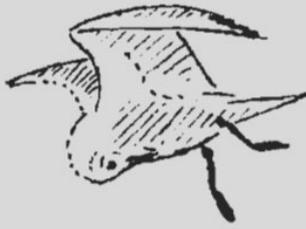


Figure 3.

Bell-shaped path during back preening (according to PICHOT, 2017)

BRITISH BIRDS



Some attitudes adopted by (left to right) Black-headed Gull (*Larus ridibundus*), Swifts (*Apus apus*) with wings elevated and depressed, and White-winged Black Tern (*Chlidonias leucopterus*) when preening in the air (see text) (sketches D. I. M. Wallace)

Figure 4.

First mention in the literature of in flight back grooming behavior in the Common Swift (WALLACE, D.I.M., 1961)

The two central birds are Common Swifts. The first with elevated wings is preening its upper back, while the second with depressed wings is preening its chest.

In **1973**, **G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER**, described a head twisting for grooming.

Der Kopf ist bei diesem Verhalten zur Brust, zum Rücken oder zu einem Flügel gewendet. Dabei werden stoßartige Bewegungen ausgeführt. Die Flugbahn verläuft allmählich ansteigend, bis die Geschwindigkeit derart vermindert ist, daß ein Abflug erfolgt. Die beschriebene Handlung kann sich einige Male wiederholen... Wir sehen in dieser Flugweise eine Säuberungshandlung, bei der zwischen einer aktiven (Anstieg der Flugbahn) und einer passiven Phase (Abflug) unterschieden werden kann.

A quotation that can be translated as:

The head is turned to the breast, to the back or to a wing. Thereby, shock-like movements are performed. The trajectory gradually increases until the speed is reduced in such a way that a descent takes place. The described action can be repeated several times.... This type of flight is interpreted as a grooming action can be distinguished between an active phase (elevation) and a passive phase (beginning of grooming).

In **1998**, **YVES GARINO**, described a similar behavior that he described as «vol décroché - stalled flight»

On some days, Swifts glide normally, then stall (they loss speed) voluntarily several times in a row. At the same time, they seem to preen the leading edge (front edge) of a wing with their beak.... Sometimes several birds behave similarly and simultaneously, although they are far apart from each other.

The last sentence suggests socially contagious behavior, which I could not observe because of my tight framing on the birds.

In **2017**, **CÉCILE PICHOT** in her research paper clarifies the function of bell-type flying, which was already described by **ROTHGÄNGER** in 1973.

On distingue une phase active (élévation) et une phase passive (début du toilettage)... La position en flèche qui est alors adoptée pourrait s'expliquer par le fait que l'oiseau doit se contorsionner pour atteindre les diverses parties de son corps. Cette position entraînant une perte d'altitude, on peut imaginer que la trajectoire en cloche va permettre de diminuer cette perte d'altitude en en provisionnant un peu dans un premier temps (cf. partie ascendante de la cloche).

A quotation that can be translated as:

A distinction is made between an active phase

(elevation) and a passive phase (beginning of grooming).... The arrow position that is then adopted could be explained by the fact that the bird must twist itself to reach the various parts of its body. As this position leads to a loss of altitude, it is conceivable that the bell-shaped trajectory will make it possible to reduce this loss of altitude by making some provision for it at first (see the rising part of the bell).

Comparison with Alpine Swift

I filmed 5 in-flight back grooming behaviors in Alpine Swift.

The same postures and movements as those described in the Common Swift have been

recorded (**Figure 5**).

However, the average duration of this grooming has been 75% longer (1.75 s compared to 1.00 s in the Common Swift) which can be explained by larger dimensions of the Alpine Swift (25%) than those of the Common Swift (**Table 3**) ensuring better lift when the bird stops flapping its wings to groom its back.

Some examples of pictures accessed on the Web on 01/12/2018.

(**Figure 6**)

Table 3.
Comparison of body measurements between Common Swift and Alpine Swift

	Weight	Length	Wingspan
Common Swift	42 à 48 g	16 à 17 cm	42 à 48 cm
Alpine Swift	80 à 120 g	20 à 22 cm	54 à 60 cm



Figure 5. Three pictures from videos of Alpine Swift grooming its back in flight. The classic «headless» posture observed in the Common Swift can be recognized  



Figure 6. Five examples of pictures of birds grooming their backs 1 : Common Swift ; 2 : Common Swift ; 3 : Little Swift (*Apus affinis*) ; 4 : Black-legged kittiwake (*Rissa tridactyla*) ; 5 : American white ibis (*Eudocimus albus*).
To watch these pictures on the Web, click on thumbnails (Accessed on 25/11/2018)

1.2. Preening tail feathers with the beak

Three shots show that the bird is able to reach the tail feathers in flight to preen them. As with back grooming, the bird turns its head by 180°. By digging its back and lifting the tail feathers, he manages to grasp the feathers in its beak one by one for preening them.

Captions in **Figure 7** :

- **thumbnail 1**: the swift is gliding;
- **thumbnail 2**: the bird turns its head;
- **thumbnail 3**: the bird curves strongly and straightens its tail vertically. It preens a first tail feather;
- **thumbnail 4**: the bird preens a second tail feather;
- **thumbnail 5**: the bird stops preening, turns its head and reduces its curvature;
- **thumbnail 6**: the bird keeps on gliding.

Grooming average time

In the 2 shots of 2017, the bird preens each time 3 tail feathers in 1.33 s.

In the 2018 single shot, the preening of a tail feather is visible on 30 images or 0.166 s.

Behavior frequency

Among 153 grooming behavioral items recorded in flight, the three concerning preening the tail feathers amounted to 1.96% of the total (**Table 2**).

Discussion

I found no specific mention or picture in the literature of the observation of this behavior. The video in **Figure 7** shows that the bird while bending reaches the **uropygial gland** near the rump. He extracts the secretion with the beak before preening the tail feathers

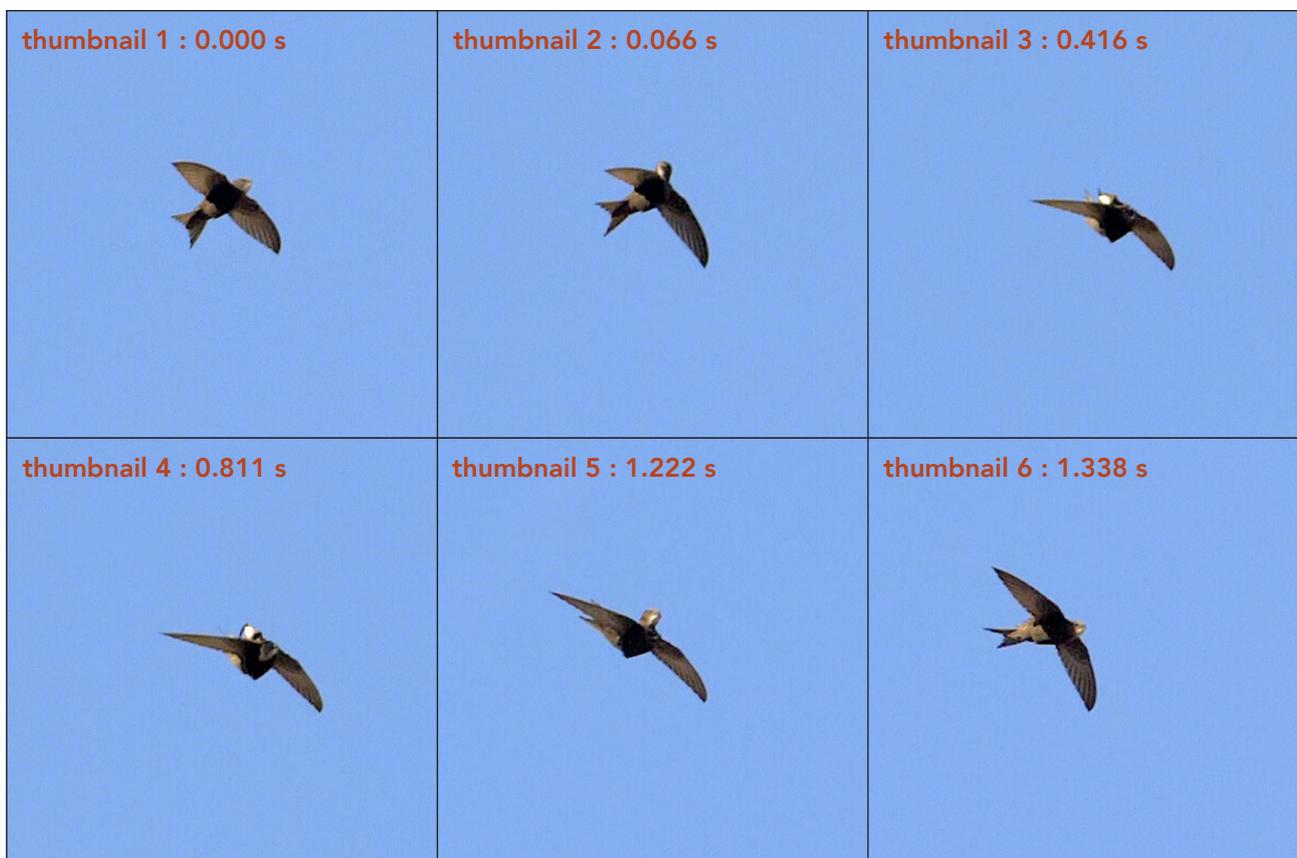


Figure 7.

Preening tail feathers with the beak

Video



1.3. Preening chest, belly and lower coverts of wings with the beak

The process of grooming the feathers of the chest, belly and probably the lower covers of the wing base is visible in 21 videos.

Captions in **Figure 8** :

- **thumbnail 1**: the swift is gliding, but the tail feathers are not spread;
- **thumbnail 2**: with the eyelids closed*, the bird begins tilting its head down;
- **thumbnail 3**: the bird begins preening the chest feathers with its beak;
- **thumbnail 4**: the bird continues preening the chest feathers with its beak;
- **thumbnail 5**: the head returns back to its previous position;
- **thumbnail 6**: the bird keeps on gliding.

*Eyelids closed : **DEREK BROMHALL** in 1980. in his book *Devil Bird, The Life of the Swift*, page 52 wrote about nest grooming: « The birds always closed their eyes when preening. »

Of the 21 shots showing the chest and belly grooming, the shot described in the **Figure 8** is the only one where the tail is closed throughout the behavior, while in the other 20 shots tail feathers are well spread, which increases the surface area of the body and therefore the lift.



Figure 8.
Preening chest with the beak

Video





Figure 9.
Preening chest and belly with the beak

Video



Captions in **Figure 9** :

- **thumbnail 1**: the swift is stabilizing in gliding flight with its tail well spread out;
- **thumbnail 2**: the bird tilts its head forward;
- **thumbnail 3**: he begins grooming the chest feathers;
- **thumbnail 4**: he gradually lowers his head towards the belly;
- **thumbnail 5**: he grooms the belly feathers. The legs come out of the ventral plumage;
- **thumbnail 6**: he grooms the belly feathers;
- **thumbnail 7**: the head gradually returns to its first position;
- **thumbnail 8**: the legs start entering the ventral plumage;
- **thumbnail 9**: the bird keeps on gliding.

Grooming average time

Taking as limits of behavior the beginning and end of the head-to-breast shift, from the 21 shots studied, grooming average time was 1.00 s.

Behavior frequency

From 153 preening events recorded in flight, 21 concerned breast and belly grooming, that is 13.72 % of the total ([Table 2](#)).

Discussion

Among 153 grooming behaviors recorded in flight, the 21 concerning chest and belly grooming represent 13.72% of the total.

Comparison between back and chest/belly grooming

Similarities

1. Both behaviors last the same average time of 1.00 s. These are therefore very brief postures that are very difficult to observe in detail at normal speed.
2. In both behaviors, the bird glides with wings and tail spread, seeking to maintain the inclination of the frontal plane at or near 0° to the horizon (TIGGES, 2004). In both behaviors, on the more detailed views, the bird closes its eyes.

Differences

1. Chest grooming seems to be easier for the swift than back grooming. One difference is that the bird systematically keeps the wings fixed, spread out and symmetrical, while in the back grooming, the wings can move not necessarily in a symmetrical way. On the **Figure 8**, the bird does not even spread the tail feathers.
2. Since the bird can maintain a more efficient glide flight reducing altitude loss, the climb flight in preparation for chest grooming could be reduced or even be absent.

One shot (**Figure 10**) shows that the bird can chains in 4.35 s:

1. one back grooming (1.00 s)
2. one prey capture (0.033 s)
3. one chest grooming (1.10 s)

Comparison with Alpine Swift

I filmed 3 chest grooming behaviors in the Alpine Swift (**Figure 11**). As with back grooming, this species shows the same postures and movements as those described in the Common Swift. The average time of this grooming (1.33 s) is 33% longer than in the Common Swift (1.03 s), certainly for the same reasons of larger size.

Larger dimensions provide better lift, and therefore less altitude loss when the bird stops flapping its wings during grooming.

Comparison with others species

The ability to groom the ventral side (chest, axillaries, belly) in flight seems to be shared by a number of bird species as shown by these images found on the Web. (**Figure 12**).

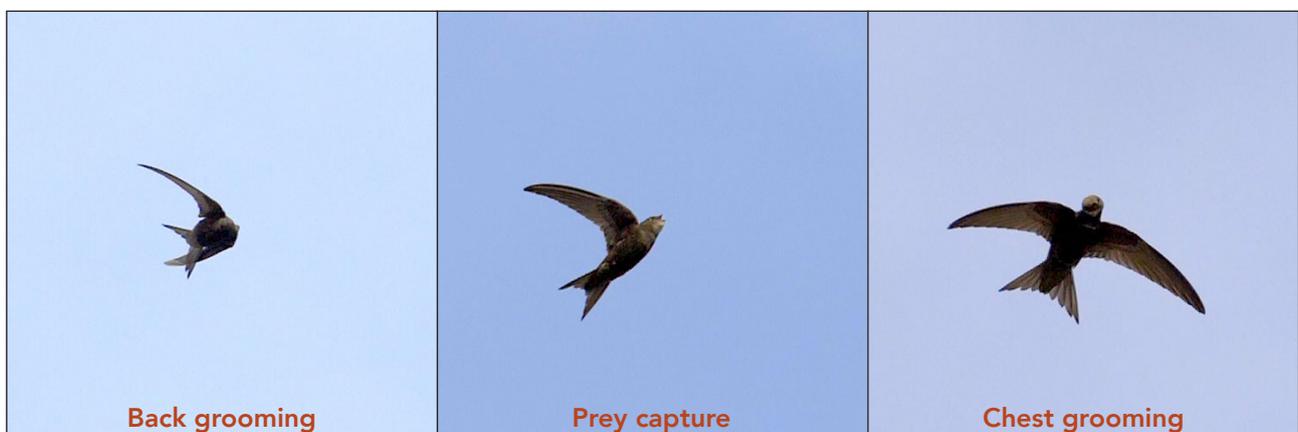


Figure 10.

Quick sequence of 3 behaviors : back grooming, prey capture, chest grooming



Figure 11.

Three pictures from videos of Alpine Swift grooming its chest in flight

Video



Figure 12.

Twelve examples of pictures of birds grooming their backs

- 1 : **Common House Martin** (*Delichon urbicum*)
- 2 : **Black-headed Gull** (*Chroicocephalus ridibundus*)
- 3 : **Black-legged Kittiwake** (*Rissa tridactyla*)
- 4 : **Ring-billed Gull** (*Larus delawarensis*)
- 5 : **California Gull** (*Larus californicus*)
- 6 : **Black Skimmer** (*Rynchops niger*)
- 7 : **Northern Gannet** (*Morus bassanus*)
- 8 : **Masked Booby** (*Sula dactylatra*)
- 9 : **Magnificent Frigatebird** (*Fregata magnificens*)
- 10 : **Great Frigatebird** (*Fregata magnificens*)
- 11 : **Great Cormorant** (*Phalacrocorax carbo*)
- 12 : **Shy Albatross** (*Thalassarche cauta*)

To watch these pictures on the Web, click on thumbnails
(Accessed on 25/11/2018)

1.4. Grooming legs with the beak

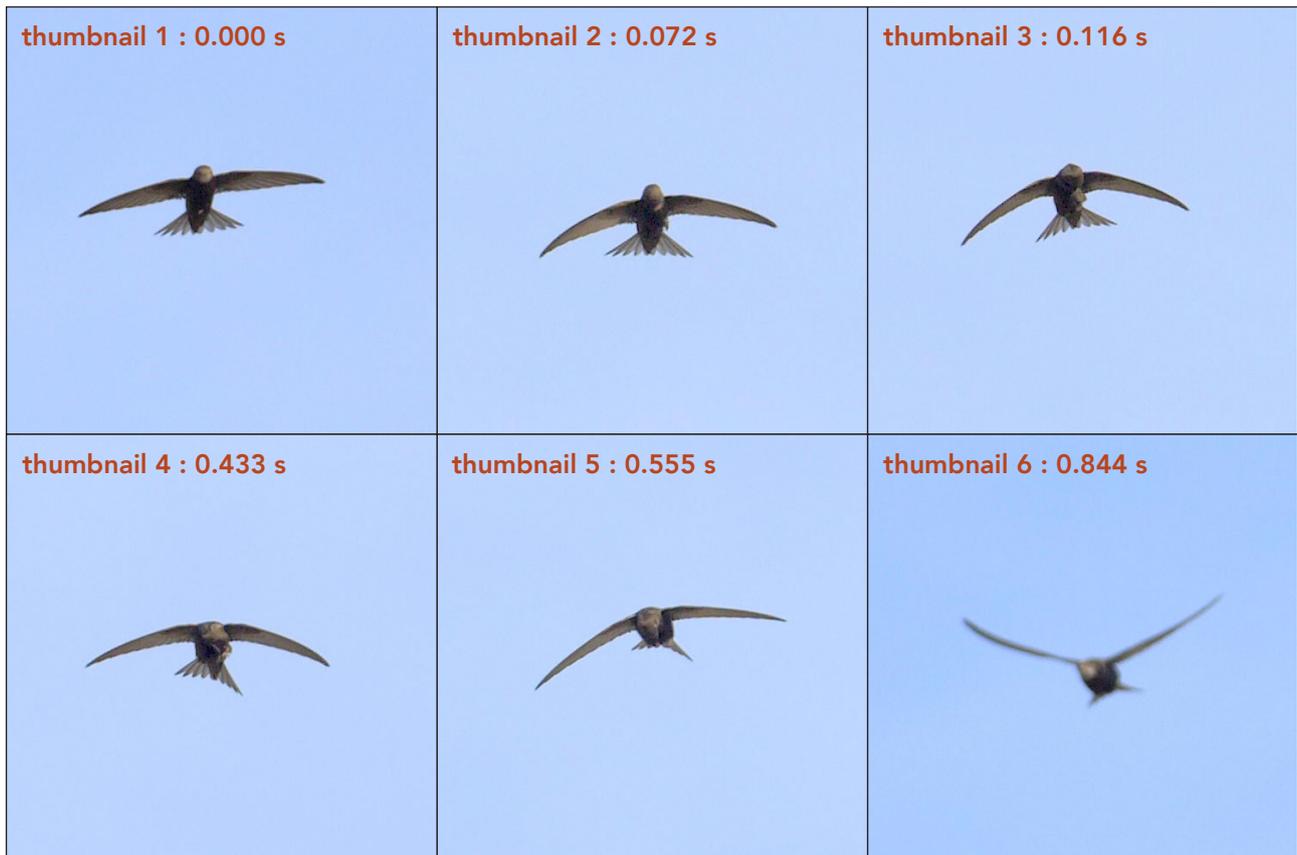


Figure 13.
Legs grooming with the beak

Video



Captions in **Figure 13** :

- **thumbnail 1**: the swift is gliding with tail feathers widely spread;
- **thumbnail 2**: the bird tilts its head down, while its left leg comes out of the belly feathers;
- **thumbnail 3**: the bird's beak contacts the leg;
- **thumbnail 4**: on the video, the movements of the bird's head and the fixity of the leg show that the bird must clean its fingers with its beak;
- **thumbnail 5**: the bird stops grooming: the head and leg will each return to their first position.
- **thumbnail 6**: the bird switches from gliding to flapping flight.

Grooming time

The action lasts exactly 0.66 s.

Behavior frequency

Among 153 grooming behaviors recorded in flight, only 1 concerns leg grooming, i.e. 0.65% of the total (Table 2).

Discussion

In the head-scratching with the claws of one leg, the videos show the quick scratching movements of the leg on the head while here it is the head that moves slowly and explores the leg, probably for cleaning it.

Common swifts never capture nor handle prey with their legs which are most of the time folded up and hidden in the plumage of the belly. Legs may therefore become dirty only when the bird clings to a vertical support or when it enters and stays in a cavity for breeding..

2. Grooming with the legs claws

The Common Swift has short legs with 4 forward-facing fingers including sharp claws that allow hanging vertically on the roughness of a rock face or wall.

In flight, swifts' legs are usually invisible because they are folded into the belly feathers, to improve aerodynamics, just as the landing gear of an aircraft (see [the picture page 7](#)).

But the legs can get out of the plumage and be visible in various situations.

1. **When the bird grabs** onto a vertical wall or enters a nesting site with the legs projected forward to absorb the impact and hang the roughness.

On the left picture of the **Figure 14**,

an adult returns to the nest with the sublingual pouch full of prey to feed its chicks. The two legs are well out to hang on to the tiles. The 4 fingers with powerful claws are all directed forward, which is a characteristic feature in the Apus genre.

2. In very hot weather, the flying swift opens a little its beak and lets its legs hang down for **thermoregulation** (C. NEUMANN, 2016)

On the right picture of **Figure 14**, shot in Samoëns (Haute-Savoie, France), on July 14, 2010 at 11:49 am in very hot weather (> 86° F), the legs hanging out of the plumage and the beak slightly open are visible.



Figure 14.

Left : exit of the legs to land; Right : exit of the legs for thermoregulation

3. **During fights between individuals in flight**, the aggressor's legs are thrown against the other bird to grab it most often by legs, sometimes by one wing.

On these 3 pictures of the **Figure 15**, the legs of both birds are hung up. The two birds fall as they spin, then separate a second later.

4. During certain grooming behaviors,

the bird gets out the legs that are shaking underneath it for no other apparent reason than **keeping its body in balance**.

These legs exits are commonly observed in **grooming by contorting and rubbing**.



Figure 15.

Two Common Swifts tied together by their claws fall while spinning for a brief moment

Video



© J.F. CORNUET

Two Common Swift
clung by their claws

As in any bird, the legs of the Common Swift can also be used **grooming**. Due to their small size, they can be used only for head and neck scratching.

Captions in **Figure 16** :

- **thumbnail 1**: the swift is in flapping flight for positioning with the tail feathers spread out
- **thumbnail 2**: the bird switches to gliding flight, with its wings extended and the tail feathers spread;
- **thumbnail 3**: the bird takes its right leg and moves it towards the chest;
- **thumbnail 4**: the bird has tilted its head and scratches its right side with the claws;
- **thumbnail 5**: after scratching, the leg will fold under the belly feathers and the head will straighten up;
- **thumbnail 6**: the bird keeps on gliding.

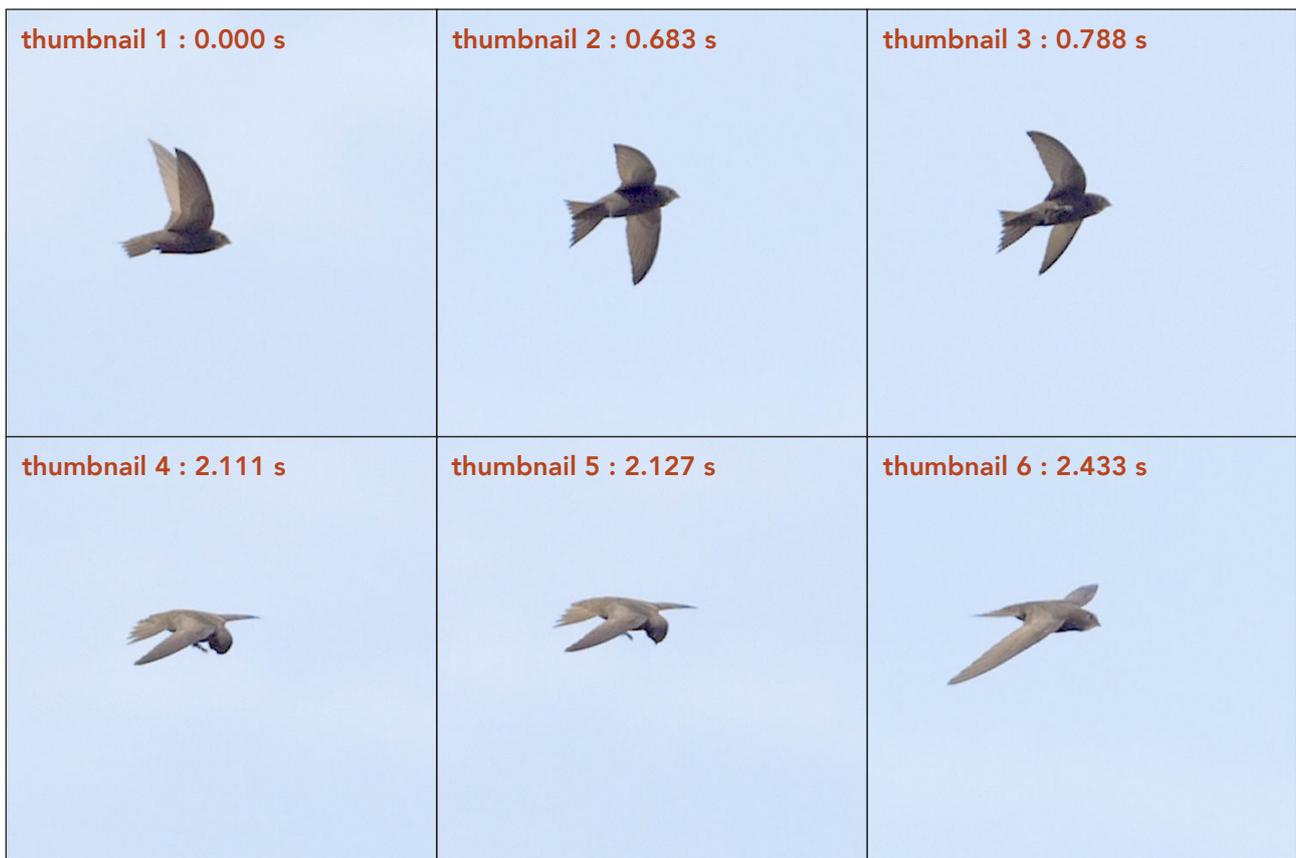
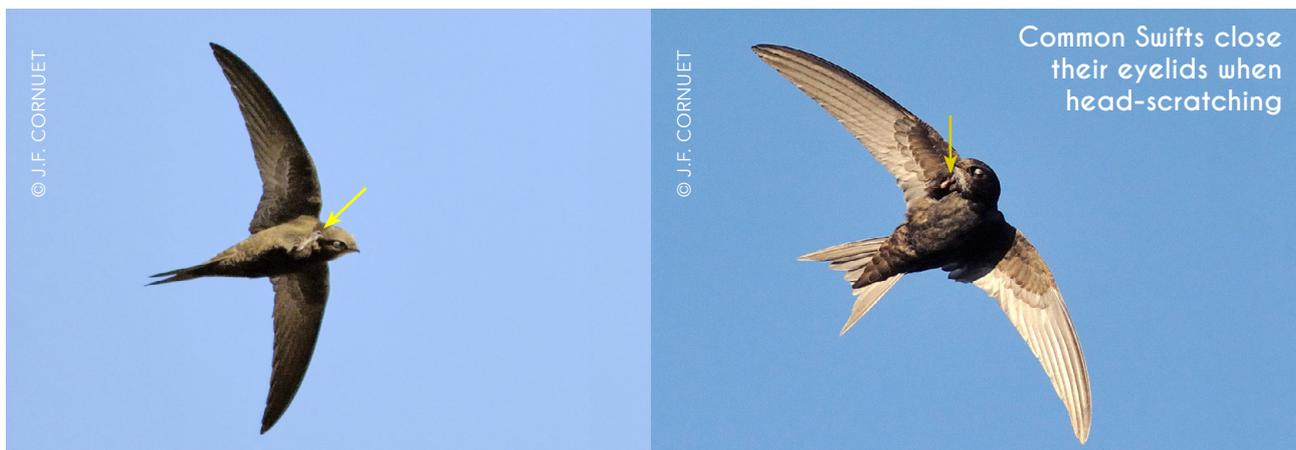


Figure 16.
Head-scratching using the claws of the right leg

Video



Behavioral analysis

Like in the chest grooming:

- the bird is gliding with wings well stretched and tail wide spread;
- then he tilts his head and actively scratches it with the claws of one of the two feet

The high mobility of the head, which may rotate 180° in both directions, allows the claws to reach all parts of the head and neck and thus ensuring an energetic brushing of the feathers.

In the two previous pictures, as already mentioned, eyelids are closed when scratching the head. The reason is obviously to protect the eyes from any poorly adjusted claw blow.

Note that it is possible that the claws may be used in flight to scratch other parts of the underside, but no shot shows this clearly to date.

Grooming average time

On 20 shots taken between the leg being in and out, grooming average time was 1.25 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 20 concern this one, i.e. 13.07% of the total (Table 2).

Discussion

DEREK BROMHALL in **1980**. in his book *Devil Bird, The Life of the Swift*, page 53 writes about the grooming:

A swift has special problems in preening, different from other birds. Being continuously on the wing it cannot rest to groom itself ; its legs are so short that only with great difficulty can it scratch its head when in the nest, a difficulty presumably compounded when it is actually flying.

In flight, my videos show that swift fairly well succeeds in energetic brushing thanks to its flexibility and high capacity to stretch

the neck and turn the head 180° in both directions.

On the 20 video shots and on the 2 pictures, it is obvious that **the leg that scratches always extends under the wing.**

There are two methods for head scratching in birds (see **SIMMONS, K.E.L. , 1957**):

- either by stretching the leg over the wing (method over the wing or indirect method);
- or by bringing the foot forward under the wing (method under the wing or direct method).

All individuals of a species generally practice the same method.

In **2014**, in Volume 46 of *Advances in the Study of Behavior*, pages 137 à 149, **PELLIS et al.** provide a kind of synthesis of knowledge on this head scratching in birds. They present a cladogram of the main groups of birds by distinguishing 3 subsets:

- groups using the under-wing method;
- groups using the over-wing method;
- groups using both methods.

In this cladogram based on the authors' observations and publications on head-scratching, Swifts are considered with the 2 closely related groups, the Nightjars and Hummingbirds which practice the indirect method of scratching over the wing.

This classification contrasts with my results which show the exclusive use of the direct method for in-flight Common Swifts.

Where can this difference come from?

In **1959**, **NICE ET SCHANTZ** wrote:

The following birds have been reported to scratch over the wing : Goatsuckers, swifts, hummingbirds (Haverschmidt).

The source is referenced : **HAVERSCHMIDT, F. 1957** Head-scratching in birds. *Ibis*, 99 : 688

I think the authors of the cladogram directly reproduced the results published by Haverschmidt in 1957

These are presumably observations made at the nest with settled down birds .

Indeed, I filmed an individual at the nest who shows the passage of the leg over the wing (picture below). Other observations at the nest show that the Common Swift can use either method. (U. Tigges, personal communication, May 30, 2018)

Two groups of bird species, Swallows (BURTT *et al.* 1988) and Frigatebirds (KRAMER, 1964) are known to show variations in behavior depending on the context.

Thus several species of swallows exhibit the two methods of head scratching:

- when settled down or perched, they use the indirect method over the wing;
- in flight, they use the direct method under the wing.

According to authors, this is presumably related to the change in the position of the

gravity center in relation to the locomotor system, depending on whether the bird is perched or flying.

We can conclude as follows:

- **in flight, Common Swift scratches its head and neck by systematically passing its leg under the wing;**
- **seated in the nest, Common Swift scratches its head and neck by passing its leg either over the wing or under the wing, depending on the situation.**

It would be interesting to measure the frequency of both methods in juveniles and adults in the nest.

The image below is taken from an infrared video shot in a nest box entered by two swifts for exploring it as a possible nesting site.

The bird in the foreground scratches its head by passing its left leg over the wing. As already mentioned, the under-wing method was also observed in the nest.





Figure 17.

Head-scratching in-flight. Comparison with 4 other species.

Video



1. **Alpine Swift** (*Tachymarptis melba*) : the bird scratches for 1.66 s the beak area by passing the left leg under the wing, in a posture quite comparable to that observed in the Common Swift (or it cleans its claws?)

2. **Eurasian Crag Martin** (*Ptyonoprogne rupestris*) : on this photograph, the bird scratches the underside of its head by passing its left leg under the wing in a position quite comparable to that observed in the Common Swift and Alpine Swift

3. **Gadwall** (*Mareca strepera*) : on the video of a pair of Gadwalls, filmed in slow motion, the female scratches her head underside and upper chest by passing her right leg under the wing and then shakes the head with rapid rotations of the neck. Grooming lasts 3 seconds and is done in flapping

4. **Common Tern** (*Sterna hirundo*) : on a video of a Common Tern, filmed in slow motion, the first two images show that the bird rising before turning the head to scratch. Grooming is done in gliding flight without flapping wings, the bird losing altitude. At the end of the behavior the bird returned to the same distance from the water surface as at the beginning. The head-scratching lasts 1.8 seconds and is done by passing the left leg under the wing.



Figure 18.

Ten examples of pictures of birds in flight scratching their heads with a leg

- 1 : **Chimney Swift** (*Chaetura pelagica*) in flight using the under the wing method
- 2 : **Hirondelle rustique** (*Hirundo rustica*) when perched using the over the wing method
- 3 : **Barn Swallow** (*Hirundo rustica*) in flight using the under the wing method
- 4 : **Red-rumped Swallow** (*Cecropis daurica*) in flight using the under the wing method
- 5 : **Common House Martin** (*Delichon urbicum*) in flight using the under the wing method
- 6 : **White-winged Tern** (*Chlidonias leucopterus*) in flight using the under the wing method
- 7 : **Bridled Tern** (*Onychoprion anaethetus*) in flight using the under the wing method
- 8 : **Royal Tern** (*Thalasseus maximus*) in flight using the under the wing method
- 9 : **Northern Gannet** (*Morus bassanus*) in flight using the under the wing method
- 10 : **Brown Pelican** (*Pelecanus occidentalis*) in flight using the under the wing method

To watch these pictures on the Web, click on thumbnails
(Accessed on 25/11/2018)

Comparative study

Figures 17 and **18** show that all these species, filmed or photographed in flight, use the direct method for head-scratching by passing the leg under the wing, regardless of the method usually used when individuals of the species are posed or perched.

Passing the leg over the wing must raise a balance problem that is too complicated to manage for a bird in flight.

This scratching is mainly done in gliding flight, with wings well spread, but the example of the Gadwall also shows that it can occur during a flapping flight.

3. Grooming by contorting, rubbing, wing fluttering, rolls

These behavioral items are visible in 41 videos and may be interpreted as an energetic grooming of the entire plumage

3.1. Grooming by contorting and rubbing

In 34 videos, after a typical gliding flight preceding a grooming sequence (see previous descriptions), the bird rubs the wings on the spread tail and then folds them along the body and rubs them vigorously against each other, on its back and tail with twists and turns.

Captions in **Figure 19**:

- **thumbnail 1**: the Swift is gliding with fully spread tail feathers. The 2 legs coming out of the ventral feathers are hanging.
- **thumbnail 2**: after twisting to the right, it twists to the left of the spread tail, with the underside of the left wing rubbing against the tops of the rectrices;
- **thumbnail 3**: while crossing the undersides of the 2 wings rub the feathers of the back and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 4**: the undersides of the 2 wings while crossing rub the feathers of the back and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 5**: the bird tilts about 150° to the right and shows its ventral side. Feathers of the 2 wings are strongly released. Then he will do the same to the left;
- **thumbnail 6**: the bird returns, continues gliding flight, with feathers having recovered their cohesion.

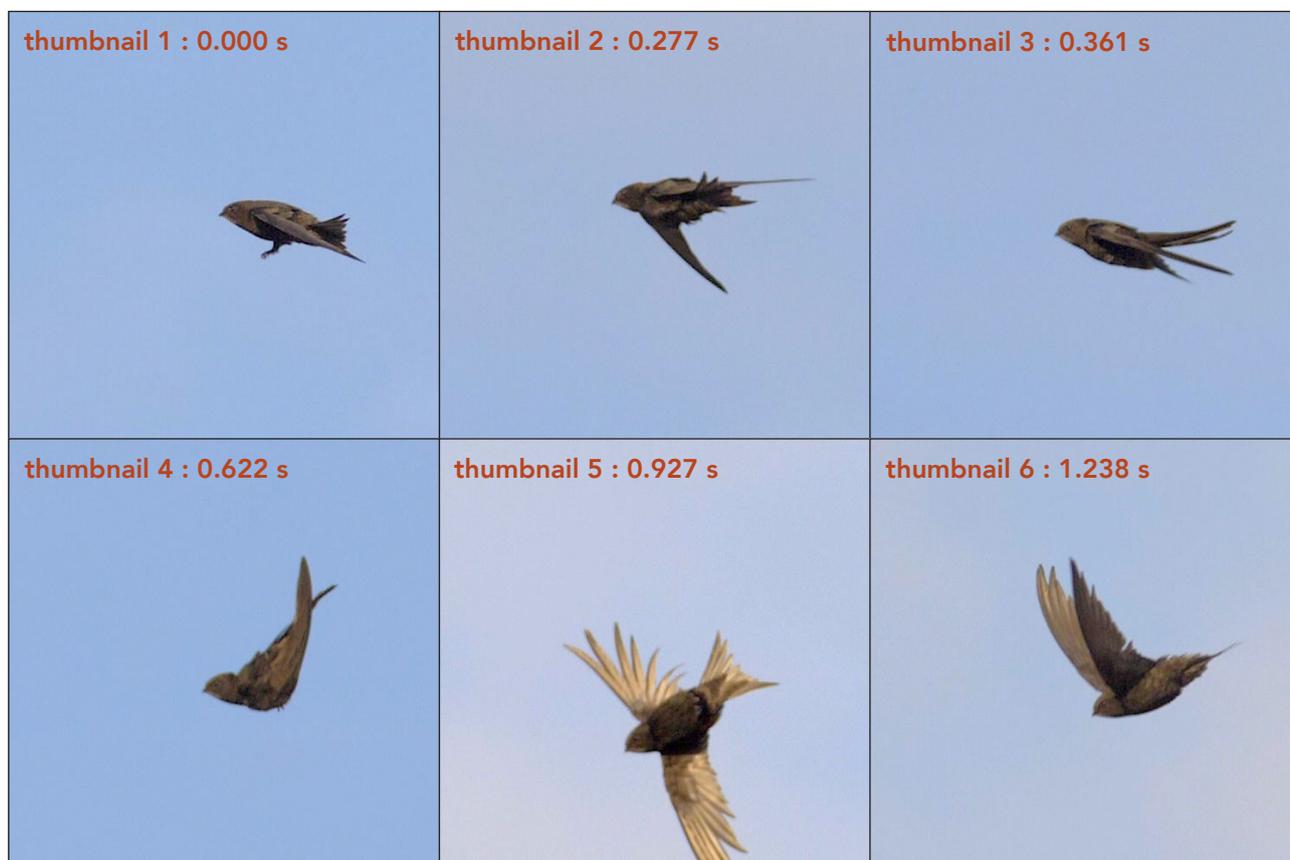


Figure 19.
Grooming by contorting and rubbing (side view)

Video



Figure 19 shows the bird in profile. On the second case the bird is seen full face

Captions in **Figure 20**:

- **thumbnail 1**: in gliding flight, the bird takes out the legs, shakes from left to right, with the tail spread out;
- **thumbnail 2**: the bird keeps gliding and spreads out the rectrices as much as possible;
- **thumbnail 3**: the bird twists its tail to the right;
- **thumbnail 4**: the bird twists its tail to the left;
- **thumbnail 5**: while crossing the undersides of the 2 wings rub the back feathers and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 6**: while crossing the undersides of the 2 wings rub the back feathers and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 7**: while crossing the undersides of the 2 wings rub the back feathers and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 8**: while crossing the undersides of the 2 wings rub the back feathers and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 9**: the bird swings to the right with its wings in a vertical plane;
- **thumbnail 10**: the bird returns to the starting position;
- **thumbnail 11**: while crossing the underside of the 2 wings rub again the back feathers and the top of the tail feathers;
- **thumbnail 12**: the bird recovers, retracts its legs, and then continues its gliding flight.



Figure 20.
Grooming by contorting and rubbing (front view)

Video



Behavioral analysis

During this acrobatic aerobatics the bird suddenly loses altitude without spinning. The movements of the wings, tail and legs keep the bird's body in a position close to that of the beginning of the aerobatics.

On the front view (**Figure 20**), alternating friction movements of the wings on the tail remind the swaying arms of a speed skater.

On the side view (**Figure 19**), at the beginning of the aerobatics the legs come out of the ventral plumage, stir but without interfering with grooming. Their exits and movements probably contribute to stabilize the bird's body.

On most shots where the behavior is completely exhibited, after the friction and crossings of the wings, the bird swings to the right and left while shaking the wings, whose wings feathers loose and move separately, as well as tail feathers.

This kind of shaking is probably used to get rid of dirt stuck to the plumage during the flight and/or in the nesting site (spider web on the tail of a swift).

These vigorous rubbings may also questionably be intended to dislodge parasites firmly attached to the bird's plumage or skin such as *Crataerina pallida*.



Grooming average time

On 34 shots, grooming average time was 1.34 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 34 concerned this one, i.e. 22.22 % of the total (**Table 2**).

Sequencing this behavior with other grooming behaviors

On some videos, this behavior may follow other forms of grooming such as back grooming.

Discussion

In 1968, , this behavior was first described by OEHME, was named « flattersturz » which can be translated as « fluttering fall » and described it as follows:

Der Segler fliegt noch eben geradeaus, plötzlich wirbelt er, eigenartig mit den Flügeln schlagend, abwärts, fängt sich ebenso rasch und fliegt weiter. Das Ganze kann sich wiederholen, der Vorgang selbst verläuft außerordentlich rasch (Abb. 4 umfaßt ½ s!). Der Ablauf war bei 3 gefilmten Flugmanövern dieser Art immer gleich.

A quotation that can be translated as:

The swift flies straight ahead, suddenly whirls, strangely flapping its wings, downwards, and catching itself just as fast and flies on. The whole process can be repeated, and proceeds astonishingly quickly (Fig. 4 includes ½ s!). The procedure was always the same with 3 filmed flight manoeuvres of this kind.

At the end of his article, which also analyses inverted flight (upcoming study in a forthcoming paper), OEHME provisionally concluded:

Über die Rolle des Rückenfluges und des Flattersturzes im Leben des Seglers läßt sich kaum etwas Bündiges aussagen. Als besondere Flugweisen für den Nahrungserwerb können sie kaum aufgefaßt werden. Gegen die Annahme, es seien Bestandteile des Fortpflanzungsverhaltens, spricht, daß sie während des ganzen Sommers, auch nach dem Ausfliegen der Jungvögel, beobachtet

werden können. Es bliebe die Möglichkeit, daß der Segler mit solchen Flugtechniken einen verfolgenden Feind (z. B. Baumfalken) ausmanövrieren kann. Aber darüber sind bis jetzt keine Beobachtungen bekannt.

A quotation that can be translated as:

Hardly anything can be said on the role of the inverted flight and the fluttering fall in the life of swifts. As special flight-ways for foraging, they can hardly be understood. Against the hypothesis that they are components of the reproductive-behaviour, is the fact that they can be observed during the whole summer, even after the young fledged. However it may be that the Swift can outmaneuver a pursuing predator (for example Hobby) using such flight-techniques. But there are no known observations about this so far.

In 1968, **OEHME** does not suggest grooming behavior, it focuses more on the aerodynamic characteristics of the various flights of the Common Swift than on their biological significance.

In 1973, **G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER** take up **OEHME's** description above and continue their analysis of this behavior.

Bei unseren Beobachtungen hatte es den Anschein, daß der Segler kopfüber, um die Längsachse drehend zur Erde stürzte (visuelles Beobachten). Oehme (1968a) konnte durch Luftbildaufnahmen nachweisen, daß keine schraubenförmige Drehung erfolgt, sondern die Flügel passiv wie ein Windrad bewegt werden. Der Flattersturz ist gleichfalls eine Säuberungshandlung, die häufig nach mehrmaligem Kopfwenden ausgeführt wird. Vermutlich wird der Parasit in diesem Fall nicht mit dem Schnabel erreicht (*Crataerina pallida* hält sich verstärkt in der Hals- und Kopfregion auf. Büttiker 1944). Die Entfernung erfolgt durch passives Flügelschlagen.

A quotation that can be translated as:

During our observations it seemed that the

swift fell down upside, turning around the longitudinal axis towards the ground (visual observation). Oehme (1968a) has shown from aerial photographs that no helical rotation takes place, but that the wings moved passively like a windmill. The fluttering fall is also a cleaning action, which is frequently carried out after several head turns*. The parasite is presumably not reached in this case with the beak (*Crataerina pallida* mostly stays intensively in the neck and head region) (Büttiker 1944). The removal is done by passive flapping of the wings

***head turns** : Indeed on two of my videos this behavior is preceded by fast twisting movements of the head.

In 1973, **G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER** are therefore the first to consider this behavior as in-flight grooming.

In 1998, **YVES GARINO** described a similar behavior that he described as "deparasiting flight":

L'oiseau ébouriffe son plumage et ferme ses ailes, qu'il frotte l'une contre l'autre. Très souvent, au cours de la chute consécutive à la fermeture des ailes, l'oiseau effectue deux ou trois tours sur lui-même (tonneaux), puis il reprend son vol normal. Les jours sans vent, on entend des bruits d'ailes difficiles à transcrire lors de cette manœuvre.

A quotation that can be translated as:

The bird ruffles its plumage and closes its wings, which it rubs against each other. Quite often, during the drop following the closing of the wings, the bird makes two or three turns on itself (roll over), then it resumes its normal flight. On windless days, wing noises can be heard but they are difficult to transcribe during this manoeuvre.

In his references, **GARINO** does not report the work of **OEHME** nor that of **G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER**. One can only notice that the bird does not roll over, which was something the German authors had noticed. For wing noises, slow motion

videos do not record sound.

In **2012**, on Youtube, a **vidéo** shows at 18 s, such behavior filmed at normal speed.

In **2017**, **CÉCILE PICHOT** described this behavior as "flight with the wings folded":

Le vol avec les ailes repliées (replié) (fig. 3.4) est quant à lui un vol sans propulsion ni portance, lors duquel l'oiseau peut soit plier les ailes pour les plaquer contre le corps (fig. 3.4a), soit mouvoir passivement les ailes dans tous les sens de manière asynchrone et asymétrique (fig. 3.4b).

A quotation that can be translated as:

Flight with the wings folded (folded) (fig. 3.4) is a flight without propulsion nor lift whereby the bird can either fold the wings to press them against the body (fig. 3.4a) or move them passively in any direction in an asymmetrical and asynchronous manner (fig. 3.4b).

It should be noticed that as **YVES GARINO**, she does not mention in her reference list the works of **OEHME** and **G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER**.

In page 29, she clarifies:

Vol avec les ailes repliées
[Vol sans portance ni propulsion]
Les ailes n'exercent à priori aucune portance et peuvent être dans deux positions :
- Les ailes sont collées au corps et peuvent se croiser. L'envergure est minimale (proche de la largeur du corps). Cette position peut être maintenue sur plusieurs images.
- Les ailes sont décollées du corps, voir complètement ouvertes, et ne sont pas symétriques. Cette position n'est pas maintenue...

A quotation that can be translated as:

Flight with the wings folded
[Flight without lift or propulsion]
The wings do not exert any lift and can stand in two positions:
- They are plated to the body and may cross each other. The wingspan is minimal (close

to the width of the body). This position can be maintained on several images.

- They are detached from the body, or even completely open, and are not symmetrical. This position is not maintained...

This posture corresponds to the first stages of the behavior when the bird rubs a wing on the tail feathers successively to the right and then to the left. The second posture corresponds to the following steps when the bird crosses both wings several times on its back.

About the Flight with the wings folded (page 22 and 23), she says:

Des explications possibles de ce vol seraient que l'oiseau pourrait soit capturer une proie et ensuite la manipuler, soit faire du toilettage. Replier les ailes peut alors lui permettre de se contorsionner plus facilement, ou encore de se concentrer sur sa tâche (e.g. toilettage, manipulation de proie) et non plus sur le vol.

A quotation that can be translated as:

Possible explanations for this theft would be that the bird could either capture a prey and then handle it, or groom it. Folding the wings back can then allow it to twist more easily, or to concentrate on its task (e.g. grooming, handling prey) and no longer on flying.

To my knowledge, birds that hunt small insects in flight (Swifts, Swallows,...) do not handle their prey in flight.

From the 348 shots of potential capture I filmed, the Swift's beak opens and closes on the prey.

Here, this is a grooming behavior having nothing to do with capturing prey.

Comparison with Alpine Swift

I filmed 2 videos where the bird shows a grooming by contortions with rubbing, in a series of postures quite comparable to those observed in the Common Swift. (Figure 21 and Figure 22).

In the Alpine Swift, the average time of grooming by contorting and rubbing is 1.40 s, which is very close to that found in the Common Swift (1.34 s).



Figure 21. Alpine Swift. Grooming by contorting and rubbing Video  



Figure 22. Alpine Swift. Grooming by contorting and rubbing Video  



Figure 23.

Top : Western Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*)

Bottom : Eurasian Hobby (*Falco subbuteo*)

Comparison with other species

In two species of birds of prey, I filmed elusive behaviors similar to those of the Swifts.

Western Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*)
A Western Marsh Harrier, filmed in slow motion in flight, shows a kind of energetic grooming of the entire plumage (**Figure 23 Top**). For 1.16 s, the bird seen backside is gliding and lets the legs hanging down, then rubs the half-folded wings one on top of the other.

Hobby (*Falco subbuteo*)

A shot of a Hobby, filmed in flight in slow motion, shows a kind of energetic grooming of the entire plumage. The bird seen from below is gliding up in a thermal lift. Suddenly, it produces 3 vigorous flaps of the wings which it folds backwards, with the legs hanging. It shakes the wings by rubbing them on the back and the tail wide open. Then it resumed its gliding flight.

This in-flight grooming lasted only 1 second.

For the Common Swift, I did not find any images of this behavior on the Web except these two pictures (**Figure 24**) that the German author describes as "skurriles" that can be translated by "weird, strange, unusual".



Figure 24.

Common Swift

To see these pictures on the Web, click on thumbnails

(Accessed on 25/11/2018)

3.2. Grooming by wing fluttering

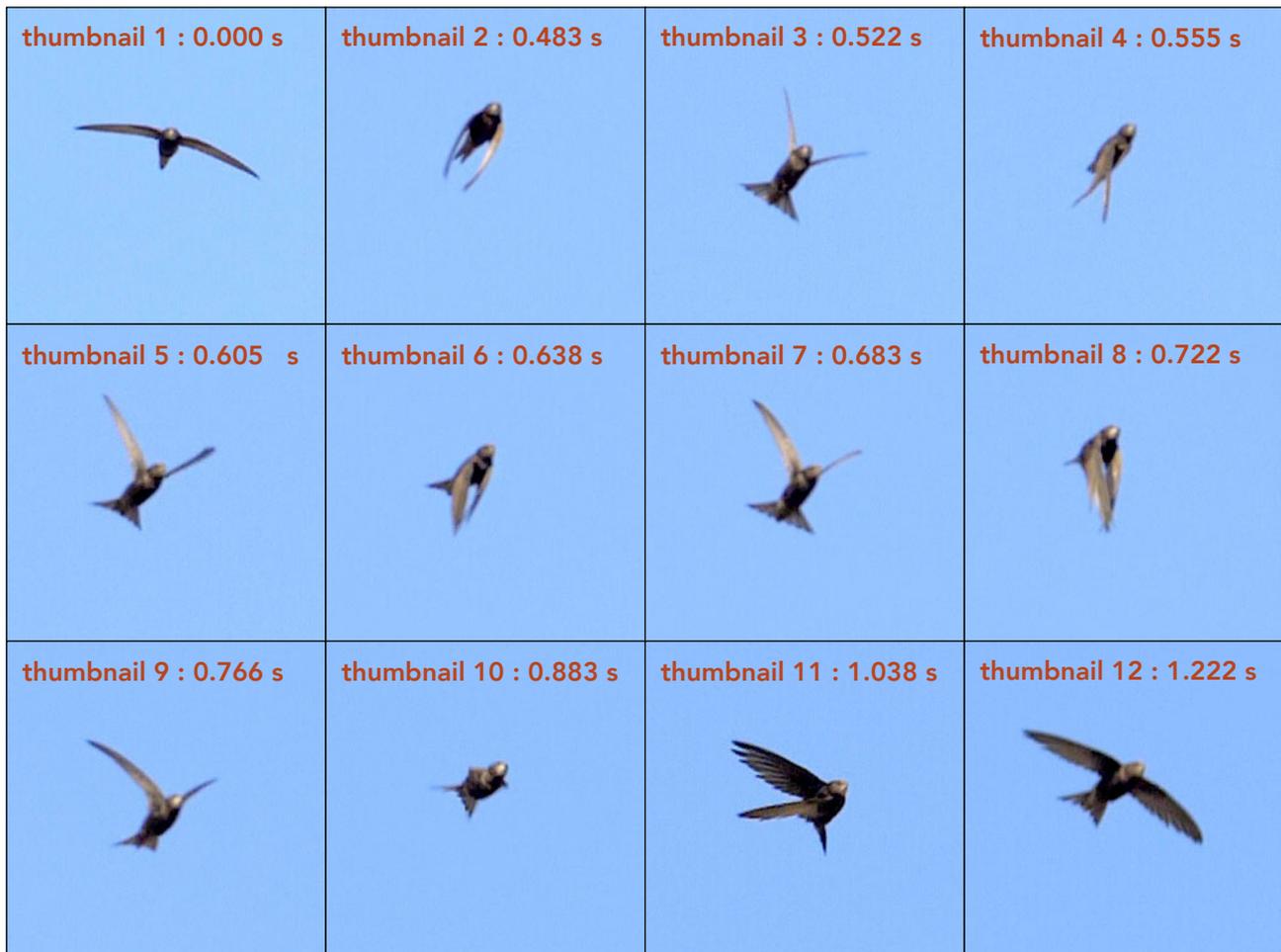


Figure 25.
Grooming by wings fluttering

Video



Captions in **Figure 25** :

- **thumbnail 1**: swift in gliding flight changes to a flapping flight of high amplitude;
- **thumbnail 2**: it lowers its wings sharply without making them touching each other;
- **thumbnail 3**: the wings rise up in dihedral;
- **thumbnail 4**: it lowers its wings sharply again up to crossing them;
- **thumbnail 5**: the wings are raised in dihedral as in thumbnail 3;
- **thumbnail 6**: it lowers its wings sharply again to the point of making them touching;
- **thumbnail 7**: the wings are raised in dihedral as in thumbnails 3 and 5;

- **thumbnail 8**: it lowers its wings sharply to the point of making them touching;
- **thumbnail 9**: the wings are raised in dihedral as in thumbnails 3, 5 and 7;
- **thumbnail 10**: the wings fold and cross on the back;
- **thumbnail 11**: the bird swings to the right, with the wings stretched with their feathers released;
- **thumbnail 12**: it continues its gliding flight.

Behavioral analysis

On 5 videos, during a gliding or flapping flight, the Swift starts to produce, with a high amplitude fluttering of both wings: 4 flutterings in each of the three shots of 2017; 5 flutterings in one of the two shots

of 2018. The study of **Figure 25** shows the wings seeming to touch each other in the lower position as if it was « clapping », but not in the upper position where the wings form a 90° angle (as in the dihedral flight position). After these fluttering actions, it starts swinging to the right and left two or three times with its loose wing feathers that shake separately as at the end of the grooming by contorting and rubbing.

Grooming average time

On the 4 shots that show the complete behavior, the average time of the grooming by wing fluttering is 0.82 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 5 concern this one, i.e. 3.27% of the total (**Table 2**).

Discussion

Like the previous one, this behavior should also contribute to rid the bird of dirt and maybe of parasites such as *Crataerina pallida* although this is more difficult.

Could it be also a territorial display, a social behavior of the type « Wing-clapping » ? as described on page 663 of *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. IV. (**CRAMP, 1985**):

Flying birds often perform Wing-clapping : wings meet over back, producing clapping

sound, then quickly lowered until they meet below body. May be repeated several times (once, c. 6) in rapid succession (**BUNDY 1975**).

From the 5 video studied, if the wings really touch in the lower position, they are far from doing so in the upper position: thumbnails 3, 5, 7 and 9 in **Figure 25** show that the angle formed between the wings is then close to 90°.

This behavior could therefore have two functions, social and hygienic.

Comparison with Sand Martin (*Riparia riparia*)

A Sand Martin in flight, filmed in slow motion, shows a kind of energetic grooming of the entire plumage (**Figure 26**).

The bird is gliding against the wind. Suddenly, it produces 3 energetic and loose wings flutterings, without the wings touching above and below the body. The bird swings to the right and then to the left twice in a row, fluttering its wings with the wing feathers loosened. This in-flight grooming lasted only 0.8 s and ended with 2 head rotations.

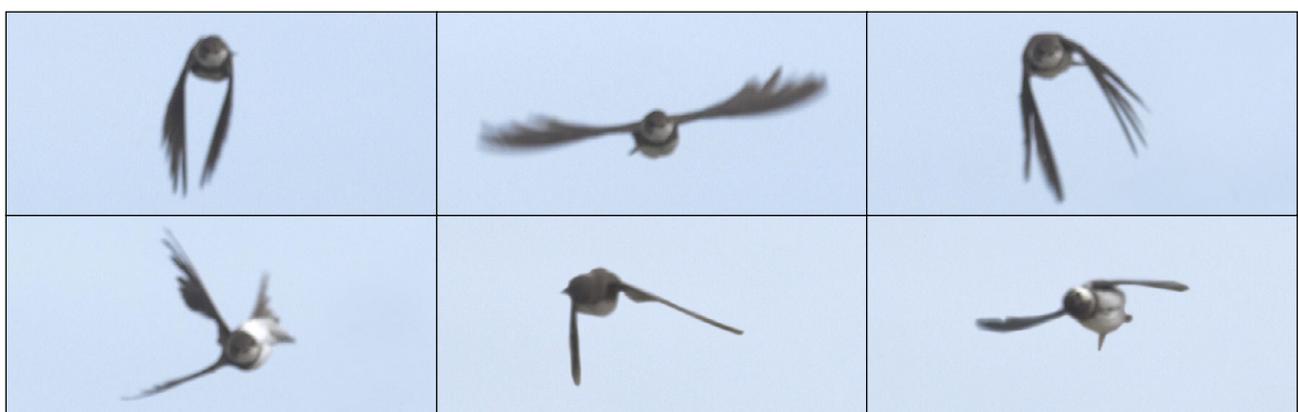


Figure 26.
Sand Martin (*Riparia riparia*) In-flight grooming by strong wing fluttering

Video



3.3. Grooming by rolls



Figure 27.
Grooming by rolls

Video



In 2 shots the bird rolls 3 times right-left-right at almost 180°, the wings stretched

with the feathers released. (**Figure 27**).

Grooming average time

For these 2 videos, the grooming average time was 0.67 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 5 concern this one, i.e. 3.27% of the total (Table 2).

Discussion

As with the two previous behaviors, one may assume that these aerial acrobatics help the bird eliminate dust and possibly parasites from the plumage.

It should be noticed that, for the first time, the bird is shown finding itself for a fraction of a second with its body in an inverted position with the head almost facing the sky. (Figure 27, thumbnail 11). The head partly follows the rotation of the

bird's body, while in reverse flight, the bird rotates the body 180° but most often tries to keep the head in its initial and normal flight position (see the study of flights in a future paper).

A roll of almost 180° with strong fluttering can also be observed at the end of some grooming by contorting and rubbing as shown in the Figure 28.

Captions in Figure 28.:

- **thumbnails 1 to 5:** typical postures of the grooming by contorting and rubbing;
- **thumbnails 6 to 9:** the swift ends with a 180° roll pattern which is quite comparable to that described in the Figure 27.



Figure 28.

Grooming by contorting and rubbing followed by a 180° roll to the right

Video



4. Behaviors that may be related to grooming

4.1. Head rotation with closed beak

On 5 shots, the bird makes one or two very fast head rotating twists, left and right, with an amplitude of up to 180°, with the beak closed. These rotations concern only the head. In 2 of these 5 shots, they precede by 1 to 2 seconds a grooming by contorting and rubbing.

This sequence had already been identified by G. ROTHGÄNGER & H. ROTHGÄNGER en 1973.

Der Flattersturz ist gleichfalls eine Säuberungshandlung, die häufig nach mehrmaligem Kopfwenden ausgeführt wird.

A quotation that can be translated as:

Falling while flying is also a cleaning action, which is often performed after several head rotations.

Captions in **Figure 29** :

- **thumbnail 1**: the bird is gliding;
- **thumbnail 2**: the bird rotates its head 180° to the right;
- **thumbnail 3**: back to the first position;
- **thumbnail 4**: the bird rotates its head to the left;
- **thumbnail 5**: the bird rotates its head 180° to the left;
- **thumbnail 6**: back to the first position;
- **thumbnail 7**: back to the first position;
- **thumbnail 8**: the bird rotates its head 180° to the right;
- **thumbnail 9**: back to the first position.

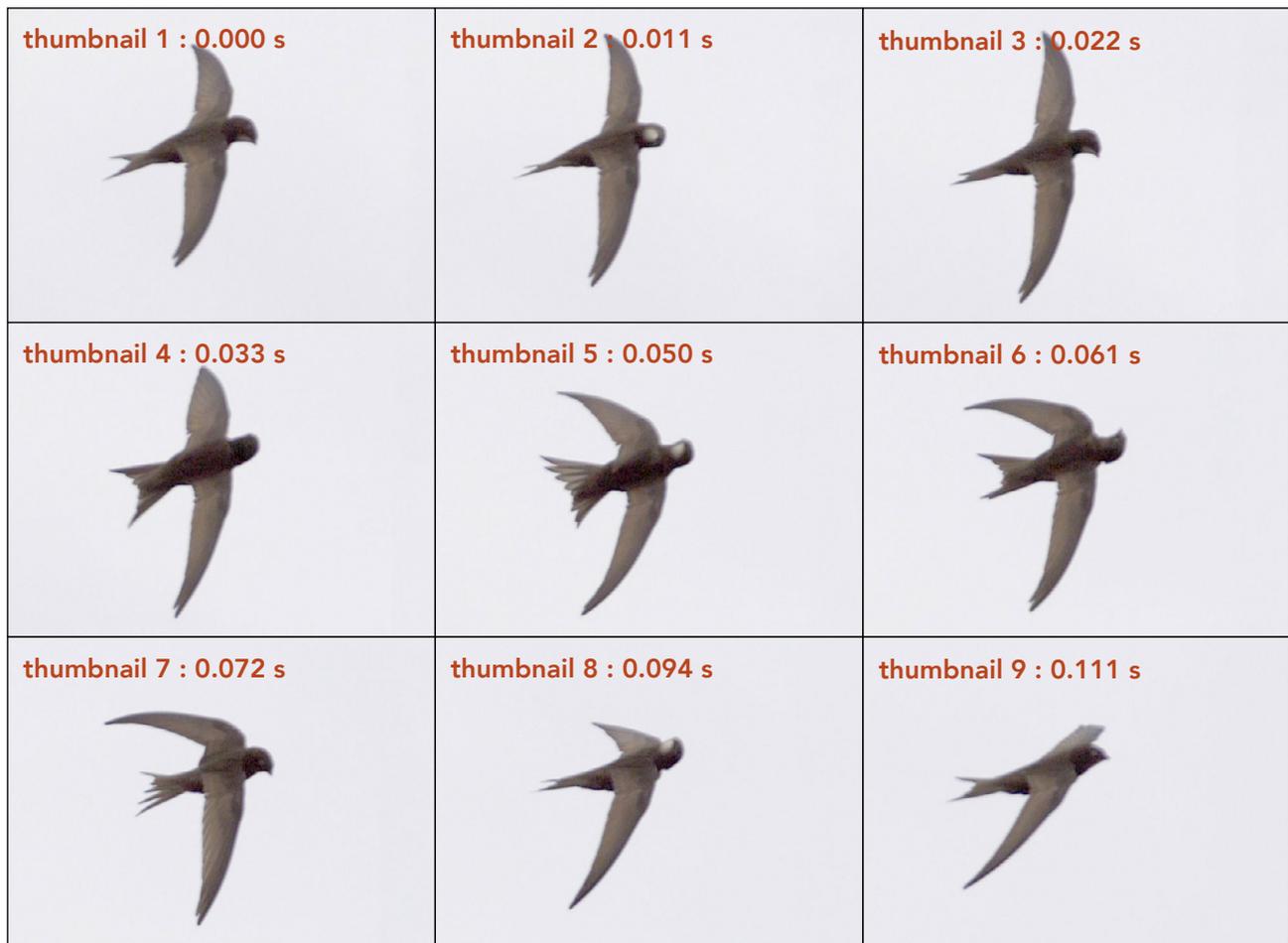


Figure 29.

Head rotation with closed beak

Video



Grooming average time

For these 5 shots, the grooming average duration is 0.16 s.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 5 concern this one, or 3.27% of the total (Table 2).

Discussion

These very fast twists of the head can be used to push out dirt or remove parasites. In 1980. DEREK BROMHALL, on page 53 in his book *Devil Bird, the life of the Swift* described very fast head vibrations at the nest.

As well as panting and yawning the swifts occasionally vibrated head and beak very rapidly, for no more than two or three seconds at a time. Such behavior, which occurs during the course of preening sessions in the nest, has not previously been reported. The vibration was so rapid, and was over so quickly, that it was difficult to be sure it had actually happened; in fact, we were uncertain ourselves until we closely examined the film recording the event. What at first appeared to be a blurred and out-of-focus sequence of the swift's head proved, on analysis of the film, frame by frame, that the bird was in fact vibrating its beak and head at such a speed that the image on the film appeared as a blur. We later found that a photograph taken at 1/1000 second exposure was still too slow to freeze the movement of the head.

An explanation of such curious behavior can only be tentative. It could be to dislodge parasites on the head, and perhaps in the nostrils, where mites congregate, but if so it has no effect that one can observe. More likely, in my view, is that it is means by which the swift preens that part of his body which it cannot reach at all with his beak, and only very awkwardly and inefficiently with his claws. By vibrating the head at high speed, individual feathers separate, small particles

of dirt and debris are shaken off and the feathers fit neatly into place again when the vibration ceases. A swift has special problems in preening, different from other birds. Being continuously on the wing it cannot rest to groom itself; its legs are so short that only with great difficulty can it scratch its head when in the nest, a difficulty presumably compounded when it is actually flying. One might suppose also that swifts have a particular need to groom the feathers of the head. They catch several thousand insects each day, many of which are soft-bodied and easily damaged on impact with a swift travelling at high speed; it is to be expected that insect juices and small fragments, as well as the swift's own saliva, will adhere to the feathers around the beak and head. Indeed, this can be seen when swifts which are feeding chicks bring back food in their throat pouches. It is possible that while on the wing the swift cleanses and grooms the feathers of his head by vibrating them at high speed, in a manner similar to the way we use ultra-sonic vibration to clean clothing. What we observed as a rare event in the nest-box may normally occur while the bird is in flight.

Two comments about this quotation.

1. My videos show that the Swift is quite able to scratch its head in flight as well as in the nest.
2. In my videos, it is not really a matter of head vibrations but of fast and high amplitude rotations.

Comparison with the Barn Swallow (*Hirundo rustica*)

A shot of an adult Barn Swallow in flight shows such a behavior of very fast head rotations.

With the beak closed, the bird rotates very quickly 180° to the right, left and again to

the right. The total action lasts 0.100 s. This shot is part of a series on Swallows hunting low-rise insects in a meadow (**Figure 30**).



Figure 30. Barn Swallow (*Hirundo rustica*) : Very fast 180° rotation of the head Video  



Comparison with Sandwich Tern

Most diving birds, such as the Sandwich Tern, shake when getting out of the water while rotating their heads very quickly. (Figure 31).

Generalization

These very fast head rotations are regularly observed in birds perched or seated during grooming, diving, swimming, and

dust bathing. They are used to remove water droplets, solid particles, possibly parasites if they are not firmly attached to the feathers or fixed on the skin (ticks...).



Figure 31.

Sandwich Tern (*Thalasseus sandvicensis*): Very fast 180° rotation of the head



© J.F. CORNUET

Sandwich Tern

4.2. Head rotation with open beak

quickly right and left. (Figure 32).

On 5 videos the bird opens its beak wide with its tongue floating. He twists its head very



Figure 32.
Head rotation with open beak

Video



Behavioral analysis

It differs from the previous behavior by two characteristics:

- The bird opens its beak wide with its tongue floating or not. Eyes are closed with the large eyelids as is often the case when a Common Swift opens its beak widely (see the upcoming paper on prey catches);
- The head twists are more energetic than in the previous case: they involve the whole body to the point that the tail, with its fan-shaped feathers, also makes a twist.

In 2 shots of 2018, the behavior is preceded by a catch; only one of these shots shows the rejection of the caught prey. (**Figure 33**).

Captions in **Figure 33** :

- **thumbnail 1**: the prey is spotted, the swift is ready for a catch;
- **thumbnail 2**: the head is projected forward, with the beak wide open;
- **thumbnail 3**: the prey is caught;
- **thumbnail 4**: the prey is inside the mouth;
- **thumbnail 5**: the swift immediately rejects the prey by opening the beak wide and turning the head very quickly;
- **thumbnail 6**: the swift rejects the prey by keeping the beak wide open;
- **thumbnail 7**: the swift rejects the prey by keeping the beak wide open;
- **thumbnail 8**: the swift rejects the prey by keeping the beak wide open;
- **thumbnail 9**: the swift closes its beak

Did the insect sting the Swift's mouth?



Figure 33.

Capture and prompt rejection of a prey

Video



Grooming average time

In the shot where the behavior described on the **Figure 32**, the swift shows, within 1.66 s, 4 rotations which have exactly the same duration (0.155 s) and which follow the same sequence of postures.

In the example of the **Figure 33**, the bird has its beak open for 0.066 seconds, the time to reject the prey immediately after having caught it.

Behavior frequency

Of the 153 grooming behaviors recorded in flight, 5 concern this one, or 3.27% of the total (**Table 2**).

Discussion

When hunting for itself, the Common Swift immediately ingests the insects it catches. The example of the **Figure 33** shows that the bird, in certain circumstances, can immediately reject the prey. In papers on the Common Swift, it is generally recognized that the bird can select its prey on sight before capture. For example, the swift is mentioned for its ability to select stingless drones while avoiding the capture of worker bees who are equipped with them. (**Lack, 1956**).

The **Figure 33** shows that selectiing of a prey can be made exceptionally by its prompt

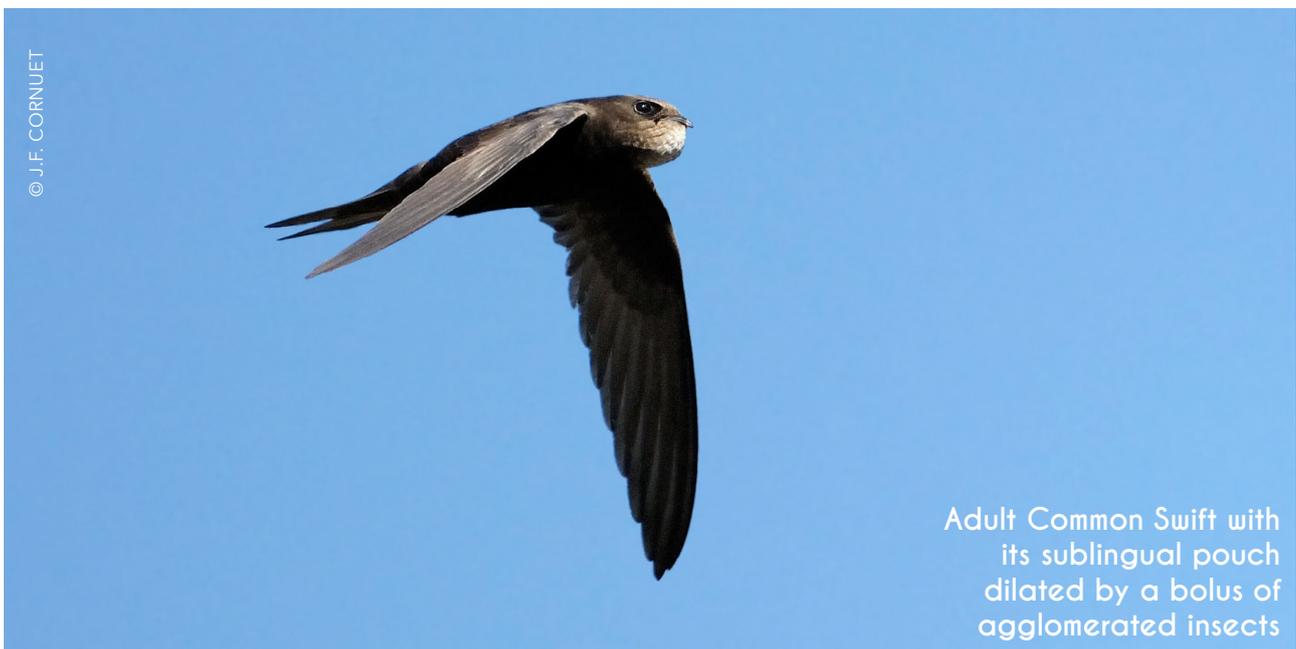
rejection after a catch.

This seems to me to be a very rare and accidental behavior in view of the hundreds of captures filmed without visible rejection. When feeding its chicks, Common Swift hunts several hundreds, often small prey, which it swallows with saliva and stores alive as a bullet or bolus in a sublingual pouch (photo below). At the nest, he regurgitates this bolus in the mouth of a chick.

It is then possible that after feeding, when leaving the nest, the bird will find it necessary to clean its mouth by shaking its head vigorously with its beak wide open.

The Common Swift can also clean its mouth cavity when **it takes water by skimming the surface with its beak wide open**. The often repeated passages suggest that they are not only used to satisfy thirst (U. Tigges, personal communication).

Finally, it should be noted that there are no reliable data have so far been reported on rejection pellets by the Common Swift. (U. Tigges, personal communication).



5. Review

Grooming in flight is challenging for the Common Swift because the bird must:

- groom all body parts correctly;
- limit altitude loss;
- maintain a good perception of the environment during grooming.

This analysis shows different strategies developed by the Common Swift to face these 3 challenges.

5.1. Grooming all body parts properly

• Head

Thanks to its very mobile head and strong claws the bird can scratch all parts of the head. Quick twists of the head with the beak closed complete external grooming. fast twisting with a wide open beak can ensure the mouth hygiene.

• Trunk

Head mobility and neck extension allow the beak preening chest, belly and back feathers.

• Legs

The bird's flexibility allows it cleaning the legs with the bill.

• Tail

The neck extension and the arch of the bird's back capabilities are used to preen the tail feathers and access the uropygeal gland for plumage maintenance.

Tail feathers also benefit from grooming by contorting and rubbing.

• Wings

The long wings are mainly maintained during contorting grooming with the release of strongly shaken feathers and

rubbing of the wings on each other, on the tail and the back.

5.2. Limiting altitude loss

All in-flight grooming actions are accompanied by loss of altitude.

For limiting altitude loss, the bird uses three complementary strategies:

- gain altitude before grooming begins;
- reduce altitude loss by increasing lift;
- reduce grooming time.

1. Gain altitude before starting grooming

Several shots show a short ascending flight before grooming starts. This elevation can be achieved by a particular potentially ascending flapping flight with tail feathers widely spread. Swifts also know how to take advantage of thermal updrafts to glide upwards (HEDRICK, PICHOT ET DE MARGERIE, 2018).

2. Reduce altitude loss by increasing lift

Grooming with beak and claws is always done during a gliding flight whereby wings and tail are widely spread for increasing the surface area and therefore the lift. The bird slows down its descent and reduces altitude loss.

From the posture studies, one may classify behaviors according to the expected amount of altitude loss (**Figure 34, Figure 35, Figure 36**).



Figure 34. Chest grooming (L) and head-scratching (R) while the bird succeeds to maintain the initial spread position of gliding flight presumably cause limited altitude loss.



Figure 35. Backwards head rotation while back grooming (L) as well as back bending while tail feathers preening (R) reduce body area, which increase altitude loss.



Figure 36. Cross movements of the wings on the back (L) and wing and tail feathers relaxation (R) probably cause the most important altitude loss of all the studied behaviors.

Table 4. Average time for grooming behaviors studied in the Common Swift

	Number of data processed	Average time (second)
Back	57	1.00
Tail feathers	2	1.33
Chest and belly	21	1.00
Legs	1	0.66
Head-scratching	20	1.25
Contorting and rubbing	34	1.34
Wings fluttering	4	0.82
Rolls	2	0.67
Head rotation with closed beak	5	0.16
Head rotation with open beak	1	4 rotations of 0.155 s in 1.66 s

3. Reduce grooming time

To reduce altitude loss, Common Swift also chose for very short grooming times (**Table 4**).

In-flight grooming average times last one or less than one second.

This shortness is one of the main reasons why these behaviors have so far been little studied in detail. Only a very slow motion video at close range provides a detailed description of these behaviors.

5.3. Perception of the environment during grooming

In all grooming behaviors studied, despite the acrobatic postures necessary to reach the different parts of the body, the bird permanently tends to maintain the inclination of the frontal plane at or near 0° relative to the horizon (TIGGES, 2004) using coordinated movements of the wings, legs and tail.

6. Behavioral dataset



Figure 37.
In-flight grooming in the Common Swift - Behavioral dataset

Video



The **Figure 37** shows a first behavioral dataset of in-flight grooming in the Common Swift. Based only on shots taken at a fixed location near a small urban colony, it is necessarily incomplete. In addition to the ten behavioral items analysed and interpreted, items concerning water use, i.e. wetting of the ventral plumage on a water surface, behavior under the rain, etc. must be added.

It is likely that other behaviors will be observed and recorded in other places and circumstances which will enhance this dataset. Comparison of the data between the two years shows that already in 2017, almost all the ten grooming behaviors had been recorded in the Common Swift. However, the 2018 records made it possible to enhance the database and improve the validity of calculations concerning the average durations and frequencies of various behaviors.

In comparison, the **Figure 38** also shows a first behavioral dataset of in-flight grooming in the Alpine Swift.

Let's start with a surprising remark. For

the Common Swift, I spent 65 days of observations with four hours per day shooting on average that is a total of 260 hours. In contrast, for the Alpine Swift, the videos were recorded over a very short period of time. Indeed, during two mornings, the birds came only for a few minutes flying over my head to forage!

Yet, four of the behaviors studied in the Common Swift have been identified in the Alpine Swift, not to mention the capture scenes that will be analyzed in a second paper.

The comparative study of the in-flight grooming of these two species revealed very strong similarities in the postures used as well as in their average durations. Bird morphologies that differ only in size and same constraints related to the very long flight times result in very similar grooming behaviors.

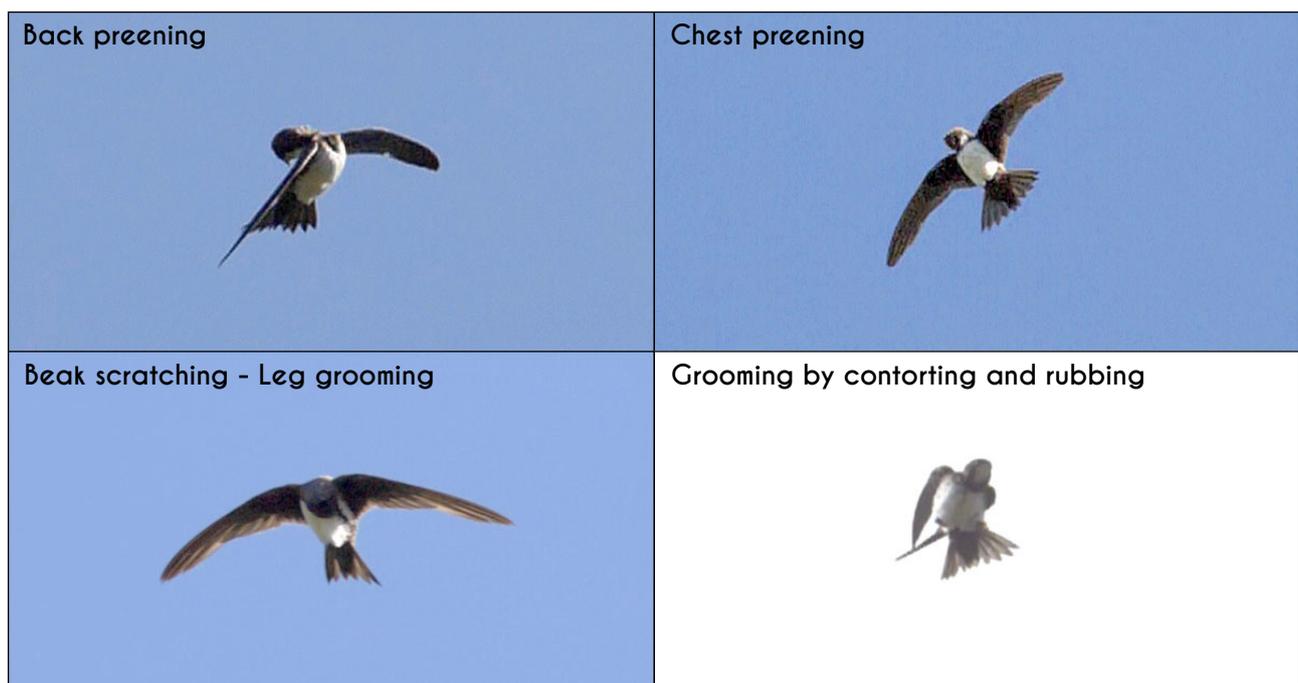


Figure 38.

In-flight grooming in the Alpine Swift - Behavioral dataset

Video



7. In-flight grooming in birds

In an flying bird, any activity that may displace the plumage can cause whole-body shaking to put again feathers in good order (GOODWIN, 1959). For example, this behavior is observed in birds that fish from flying and diving into the water. Rapid shaking and twisting of the body and wings eliminate some of the water from the plumage (Terns, Osprey, etc.). When diving is a bath to clean the plumage, the bird also continues its flight by shaking its plumage (Terns, Swifts, Swallows, Bee-eaters, Orioles,...).

Similarly, when a bird is released after handling for a ringing operation, it is common for many species to shake themselves after taking off.

Shaking the plumage in flight is therefore the most common and widespread behavior in birds. Because it is a fast movement that does not require special attention, it is not necessarily limited to birds with unusual flying abilities.

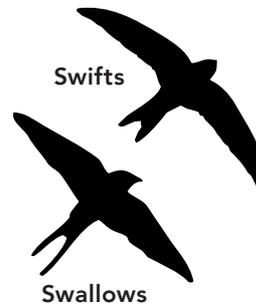
The Common Swift is therefore not the only bird capable of grooming in flight.

From my shots (photos and videos) and my research on the Web, I constructed a table (Table 5) of bird species able for in-flight grooming. Many species will be added to this Table over time. However, when reading this ranking, 4 main groups of species seem to show definite abilities for this type of behavior. It should be mentioned, however, that many species are difficult to photograph and film in flight.

7.1. The 4 main groups of birds able to groom themselves regularly in flight

Swifts and Swallows

These species have in common a short, triangular and flat bill, a wide gape, small legs and very long wings relative to their size (wingspan: 30 to 45 cm).

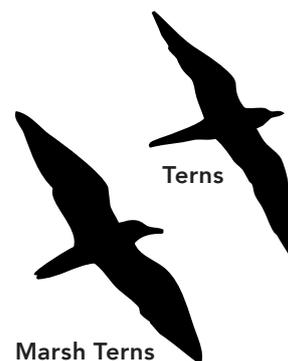


They feed exclusively on insects caught in flight. Swallows spend a large part of

their daytime in aerial hunting; Swifts lands only for breeding. Alternating gliding and flapping flights, they are birds with great aerial capacities, capable of acrobatic manoeuvres, sudden changes in trajectory...

Terns and Marsh Terns

These medium-sized waterbirds have in common a thin, pointed bill, small legs, long, tapered wings (wingspan 55 to 135 cm) and an often indented tail. Their silhouette and elegant flight deserved them the name of Sea swallows. Closely linked



to the water, they catch small fish by diving or they catch insects on the surface of water. Terns and MarshTerns, alternating gliding and flapping flight, are capable of acrobatic

manoeuvres and sudden changes in trajectory. They spend most of their lives in the air, whether for foraging, travelling or long-distance migrating.

Table 5.

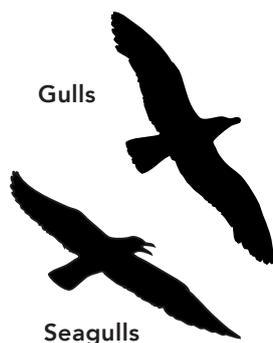
List of bird species photographed or filmed grooming in flight

Orders	Families	Species	Wingspan cm	Grooming with the beak				Head scratching	Contorting and rubbing	Wings fluttering	Roll	Head rotation closed beak	Head rotation open beak
				Back	Tail feathers	Chest Belly	Legs						
Apodiformes	Apodidae	Common Swift (<i>Apus apus</i>)	42-48	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Apodiformes	Apodidae	Alpine Swift (<i>Tachymartus melba</i>)	54-60	●		●		●					
Apodiformes	Apodidae	Chimney Swift (<i>Chaetura pelagica</i>)	30					W					
Apodiformes	Apodidae	Little Swift (<i>Apus affinis</i>)	33	W									
Passériformes	Hirundinidae	Sand Martin (<i>Riparia riparia</i>)	26-29			G			●		●		
Passériformes	Hirundinidae	Eurasian Crag Martin (<i>Ptyonoprogne rupestris</i>)	32-35						●				
Passériformes	Hirundinidae	Purple Martin (<i>Progne subis</i>)	40			G							
Passériformes	Hirundinidae	Grey-breasted Martin (<i>Progne chalibeae</i>)	??						B				
Passériformes	Hirundinidae	Tree Swallow (<i>Tachycineta bicolor</i>)	30-35						B				
Passériformes	Hirundinidae	White-winged Swallow (<i>Tachycineta albiventer</i>)	??						B				
Passériformes	Hirundinidae	Rough-winged Swallow (<i>Stelgidopteryx serripennis</i>)	??						B				
Passériformes	Hirundinidae	Barn Swallow (<i>Hirundo rustica</i>)	32-35					W G			●		
Passériformes	Hirundinidae	Red-rumped Swallow (<i>Cecropis daurica</i>)	32-34					W					
Passériformes	Hirundinidae	Common House Martin (<i>Delichon urbicum</i>)	26-29			W		W					
Ansériformes	Anatidae	Gadwall (<i>Mareca strepera</i>)	84-95					●					
Falconiformes	Falconidae	Eurasian Hobby (<i>Falco subbuteo</i>)	68-84				●		●				
Accipitriformes	Accipitridae	Western Marsh Harrier (<i>Circus aeruginosus</i>)	110-130						●				
Ciconiiformes	Ciconiidae	White Stork (<i>Ciconia ciconia</i>)	155-165			W							
Pelecaniformes	Pelecanidae	Brown Pelican (<i>Pelecanus occidentalis</i>)	200-230					W					
Pelecaniformes	Threskiornithidae	American White Ibis (<i>Eudocimus albus</i>)	97	W		W							
Suliformes	Sulidae	Northern Gannet (<i>Morus bassanus</i>)	165-180			W		W					
Suliformes	Sulidae	Masked Booby (<i>Sula dactylatra</i>)	150-170			W							
Suliformes	Fregatidae	Ascension Frigatebird (<i>Fregata aquila</i>)	200			W			K				
Suliformes	Fregatidae	Magnificent Frigatebird (<i>Fregata magnificens</i>)	215-245			W			K				
Suliformes	Fregatidae	Great Frigatebird (<i>Fregata minor</i>)	205-230			W			K				
Suliformes	Phalacrocoracidae	Great Cormorant (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	130-160			W							
Suliformes	Laridae	European Herring Gull (<i>Larus argentus</i>)	135-145						G				
Charadriiformes	Laridae	Western Gull (<i>Larus occidentalis</i>)	132-142			G			G				
Charadriiformes	Laridae	Glaucous-winged Gull (<i>Larus glaucescens</i>)	132-137						G				
Charadriiformes	Laridae	Ring-billed Gull (<i>Larus delawarensis</i>)	121-127			W			G				
Charadriiformes	Laridae	California Gull (<i>Larus californicus</i>)	122-140			W							
Charadriiformes	Laridae	Black-headed Gull (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	94-110			W							
Charadriiformes	Laridae	Black-legged Kittiwake (<i>Rissa tridactyla</i>)	91-97	W		W							
Charadriiformes	Laridae	Black Skimmer (<i>Rynchops niger</i>)	107-127			W							
Charadriiformes	Laridae	Black Tern (<i>Chlidonias niger</i>)	57-65	G		G			G				
Charadriiformes	Laridae	White-winged Tern (<i>Chlidonias leucopterus</i>)	58-67						W				
Charadriiformes	Laridae	Sooty Tern (<i>Onychoprion fuscatus</i>)	82-94						G				
Charadriiformes	Laridae	Common Tern (<i>Sterna hirundo</i>)	72-83						●				
Charadriiformes	Laridae	Bridled Tern (<i>Onychoprion anaethetus</i>)	76-81						W				
Charadriiformes	Laridae	Royal Tern (<i>Thalasseus maximus</i>)	100-135						W				
Procellariiformes	Diomedidae	Light-mantled Albatross (<i>Phoebastria palpebrata</i>)	183-232			G			G				
Procellariiformes	Diomedidae	Wandering Albatross (<i>Diomedea exulans</i>)	254-351						G				
Procellariiformes	Diomedidae	Southern Royal Albatross (<i>Diomedea epomophora</i>)	305-351						G				
Procellariiformes	Diomedidae	Shy Albatross (<i>Thalassarche cauta</i>)	272-354			W							

- Personal videos and photographs
- W Photographs found on the Web
- G Published observational data (Goodwin, 1959)
- K Published observational data (Kramer, 1964)
- B Published observational data (Burt, 1988)

Gulls and Seagulls

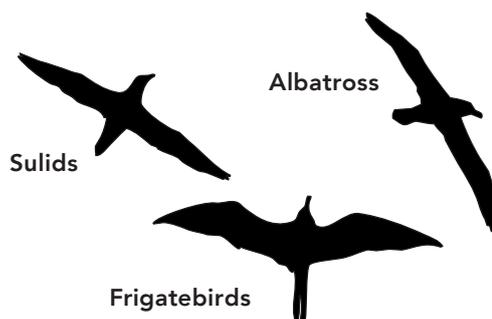
These waterbirds are more robust than terns, with wider wings (wingspan 120 to 150 cm) and longer legs. Whenever



on coasts, at sea or in inland wetlands, Gulls are excellent gliders that spend a large part of their lives in the air, alternating flapping and gliding flight.

Sulids, Frigatebirds and Albatross

With their long and narrow wings (wingspan 150 to 350 cm) these seabirds perfectly master gliding over seas and oceans.



These four groups spend most of their time on the wing, hunting aerial prey (Swallows and Swifts), or aquatic prey caught by diving (Terns, Sulids,...) or are sea surface (Gulls, Frigatebirds and Albatrosses).

Travelling long distances daily, they have excellent gliding skills with long, tapered wings.

These morphological and behavioral traits allow these birds to spend some time grooming while on the wing.

If the bird loses some altitude during in-flight grooming, an upward flight may precede the behavior: this bell shaped flight has been shown in the **Common Swift** (PICHOT, 2017), **Black Tern** (GOODWIN, 1959), and **Common Tern**.

7.2. The two most observed behaviors

1. In-flight head and neck scratching with a leg

In **Table 5**, 31 species (70%) were observed performing this behavior in flight.

Pictures and observations (GOODWIN, 1959 ; KRAMER, 1964 ; BURTT, 1988) show that, in flight, head-scratching is always performed by the direct method (the leg passing under the wing).

We had already pointed out the particular behavior of swallows (BURTT, 1988) and frigatebirds (KRAMER, 1964), which use:

- the direct method (the leg passing under the wing) when scratching in flight;
- the indirect method (the leg passing over the wing) when scratching, while sitting or perched.

Remember that the Common Swift uses the direct method in flight, and either method when settling down in the nest.

This difference has been related to changes in the position of the gravity center relative to the locomotor system, depending on whether the bird is perched

or in flight (GOODWIN, 1959).

Except in the Gadwall, which scratches while in flapping flight, this grooming behavior is always practiced during a gliding flight, which facilitates the maintenance of the bird's balance and provides a good perception of its environment.

2.2. Grooming the underside (chest, belly, axillaries, wing underside) with the bill

Nearly 22 species (50 %) have been observed using this behavior in flight.

Depending on the length of the neck and bill, accessible areas of the body are more or less distant from the head. With a very short neck and bill, the Common Swift and Swallows are limited for grooming the chest, axillaries and underside of wings basis. In contrast, with its long neck and ca 18 cm long bill, the White Stork can reach the entire underside of the wings.

It is not surprising that these two kinds of grooming are the most frequently observed.

Concerning the Common swift, we already noted that head scratching and chest grooming are behaviors with the lowest altitude loss and the best preservation of the environment perception.

Conclusion

Slow motion video appears as the modern form of chronophotography, as it was named in 1889 by **Étienne-Jules Marey**.

According to Wikipédia: **Chronophotography** is defined as "a set of photographs of a moving object, taken for the purpose of recording and exhibiting successive phases of motion".

In 1968, **OEHME** used this technique with a camera filming at a rate of 80 fps based on the captions in the illustrations of his papers on the flight of the Common Swift.

In 1973, **G. ET H. ROTHGÄNGER** also used photographs.

Today, hybrid digital cameras, which can film at high frame rates, are a good tool to deepen the study of fast movements in animals.

The study I conducted on the in-flight behaviors of the Common Swift does not require significant technical resources. Swifts are still common birds in cities, **although building renovation makes it more and more difficult for them to find nesting cavities.**

They pass and pass again over our heads hundreds of times. The biggest challenge is to keep them sharp in the viewfinder for a few seconds...

Comparative studies have shown that many species are able to display a high diversity of flight behaviors that have been little studied so far.

I hope that this work will provide ideas for similar work to enhance the behavioral datasets from visual observation.

A future paper will deal with the analysis of prey catches in flight as well as new data on some types of flights such as dihedral flight, reverse flight, duo-flight...



References

- BERSOT, E. 1931.** Comment boivent les martinets. *Nos Oiseaux* 11 : 106-107
- BROMHALL, D. 1980.** *Devil Birds, The Life of the Swift*. London, UK : Hutchinson & Co.
- BUNDY, G., 1998.** Swift wing-clapping. *British Birds* 68 : 76
- BURTT, E.H. et al. , 2004.** Head-scratching method in swallows depend on behavioral context. *Wilson Bulletin* 100 : 672-682
- CRAMP, S. (ed.) 1985** *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. IV
- DOLPHIN, A.K., 2002.** Unusual flight behavior of Common Swift. *British Birds* 95 : 24
- GARINO, Y., 1998.** Vie aérienne du Martinet noir *Apus apus* pendant son séjour estival. *Nos Oiseaux* 45 : 19-28
- GENTON, B. et JACQUAT, M.S., 2016.** *Martinets noirs : entre ciel et pierre*. Cahiers du MHNC n° 15, La Chauv-de-Fonds, CH : Édition de la Girafe, Musée d'histoire naturel.
- GÉROUDET, P., 1980.** *Les Passereaux, tome 1. du Coucou aux Corvidés*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris
- DÉOM, P., 2000-2001.** *La Hulotte n°78 L'Arbalétrier ; n°79 Les Cents-jours du Martinet*. Boulton-aux-bois, F. www.lahulotte.fr
- GOODWIN, R.E., 1959.** Records of flight preening and related aerial activities in birds, particularly the Black Tern. *The Auk* 76 : 521-523.
- HEDRICK, T. L., PICHOT, C., DE MARGERIE, E. , 2018.** Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*). *Journal of Experimental Biology* 2018 221: jeb186270. <http://jeb.biologists.org/content/221/22/jeb186270>
Accessed on 01/12/2018
- KRAMER, P., 1964.** Kratz- und andere Putzbewegungen bei Fregattvögeln. *Journal of Ornithology* 105 : 340-343.
- LACK, D., 1956-2018.** *Swifts in a tower*. London, UK : Unicorn publishing Group.
- MAYAUD, N., 1936.** Considérations sur l'Avifaune de l'île de Noirmoutier. *L'Oiseau et la Revue française d'ornithologie* Vol VI 1 : 64
- NEUMANN, C. 2016.** Behavioral thermoregulation in the Common swift during flight. *British Birds* 109 : 286-292. http://www.mauersegler.klausrogger.de/pdf-dat/2016_Neumann_BB_Swifts.pdf
Accessed on 28/11/2018
- NICE, M. M. et SCHANTZ, W. E., 1959** Head-Scratching Movements in Birds. *Auk* 76-3, 339 – 342. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v076n03/p0339-p0342.pdf>
- OEHME, H., 1968.** Der Flug des Mauersegler (*Apus apus*). *Biologisches Zentralblatt* Vol 87 3, 287-311.
- OEHME, H., 1968.** Über besondere Flugmanöver des Mauersegler (*Apus apus*). *Beiträge zur Vogelkunde* 13, 393-396

PELLIS, S. M., 2014. Head Scratching in Birds. In *Advances in the Study of Behavior* Vol 46, 138-149

PICHOT, C., 2017. Trajectoire et comportement en vol, en contexte alimentaire, chez le Martinet noir (*Apus apus*). *Rapport de Recherche – Université de Rennes*.

ROTHGÄNGER, G. et ROTHGÄNGER, H. 1973. Über spezielle Verhaltensweisen fliegender Mauersegler. *Der Falke* 20, 124–130.

<http://www.commonswift.org>

Consulté le 28/11/2018

SIMMONS, K.E.L., 1957. The taxonomic significance of the head-scratching methods of birds. *Ibis* 99 : 178-181

SIMMONS, K.E.L., 1961. Problems of head-scratching in birds. *Ibis* 103a : 178-181

TIGGES, U., 2004. Head Orientation in Flight of Common Swift. *The Osprey* 4 : 35

WALLACE, D.I.M, 1961. Preening in flight. *British Birds* 54 : 323-324



Acknowledgements

Thanks to Ulrich TIGGES for his most relevant comments, constant availability and for providing his literature resources. Thanks to Emmanuel de MARGERIE for his help and advice for data processing. Thanks to Valérie, my wife, for her careful proofreadings.

Thanks to Michel BARATAUD for the final corrections and especially for having made this publication possible by incorporating me into the group on the request of my friend Jean-François DESMET.

I am very grateful to my friend Jacques BLONDEL for correcting and improving the English version.

For references :

CORNUET, J.F. 2018.

Contribution of slow motion video for in flight behavioral study in the Common Swift (*Apus apus*) during the breeding period
Part 1 Grooming
Plume de Naturalistes 3 : 55-108.

To download all the papers of *Plume de Naturalistes* :
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Caractérisation des préférendums écologiques de la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*, Linnaeus, 1758) en termes de micro et de méso habitats, en lien avec son poisson hôte sur la haute vallée de la Vienne (Limousin, France)

Par **Cyril LABORDE¹** et **Brice LABORDE²**

¹ Oxalis SCOP SA. Marcouyeux, 19300 Le Jardin. cyril0laborde@gmail.com

² Donzenat, 87120 Nedde. ipnoz1@hotmail.com



Résumé

Nous avons étudié la population de Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) sur la haute vallée de la Vienne (région Limousin, Massif Central, France), et caractérisé ses préférendums à l'échelle du micro habitat (station) et du méso habitat (rivière) en lien avec son poisson hôte la Truite fario (*Salmo trutta fario*, Linnaeus, 1758).

La qualité physique et chimique des cours d'eau, la diversité des écoulements et la gestion des parcelles riveraines sont autant d'éléments déterminants pour la présence de la Moule perlière, notamment pour les juvéniles qui s'avèrent avoir des exigences écologiques plus importantes que les adultes.

Introduction

Le Limousin est une des régions formant les contreforts Ouest du Massif Central. Au cœur de cette région, la montagne limousine est un massif granitique ancien, caractérisé par la présence de très nombreuses sources, et d'un réseau hydrographique oligotrophe très dense (1,95 km de cours d'eau au km² sur la Montagne Limousine (Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin), contre 0,87 km sur Loire Bretagne et 1,03 km sur Adour Garonne), donnant naissance à des rivières du bassin Adour-Garonne (Chavanon, Vézère, Luzège, etc., tous affluents de la Dordogne) et du bassin Loire-Bretagne (Thaurion, Maulde, Combade... qui se jettent dans la Vienne). Le territoire de la montagne limousine présente au moins 32 rivières occupées par la Moule (ou Mulette) perlière (*Margaritifera margaritifera*), mais cette dernière est largement méconnue, car sous prospectée (à l'échelle des communes, le linéaire prospecté ne représente jamais plus de 1 % du linéaire favorable à l'espèce d'après la modélisation de l'ONEMA

réalisée en 2009) et est probablement encore bien présente sur bon nombre de cours d'eau.

Depuis près de 15 ans, la présence de la Moule perlière (**Figure 1**), espèce protégée en France et d'intérêt communautaire au titre de la Directive Européenne Habitat faune Flore, est connue sur la haute vallée de la Vienne (COCHET 2004). Cette espèce, comme de nombreux bivalves, effectue un cycle biologique complexe, avec l'intervention d'un poisson hôte comme la Truite fario (Salmonidés) qui porte les larves de Moules perlières fixées sur ses branchies, avant que ces larves ne s'installent dans le substrat des cours d'eau.

Jusqu'à la fin 2010, peu de moyens d'intervention étaient mobilisables pour agir en faveur de cette espèce. Aujourd'hui, l'animation du site Natura 2000 et le Contrat territorial Sources en Actions, portés par le Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin peut permettre la prise en compte de cette espèce, et la mise en œuvre d'actions en faveur de cette dernière.

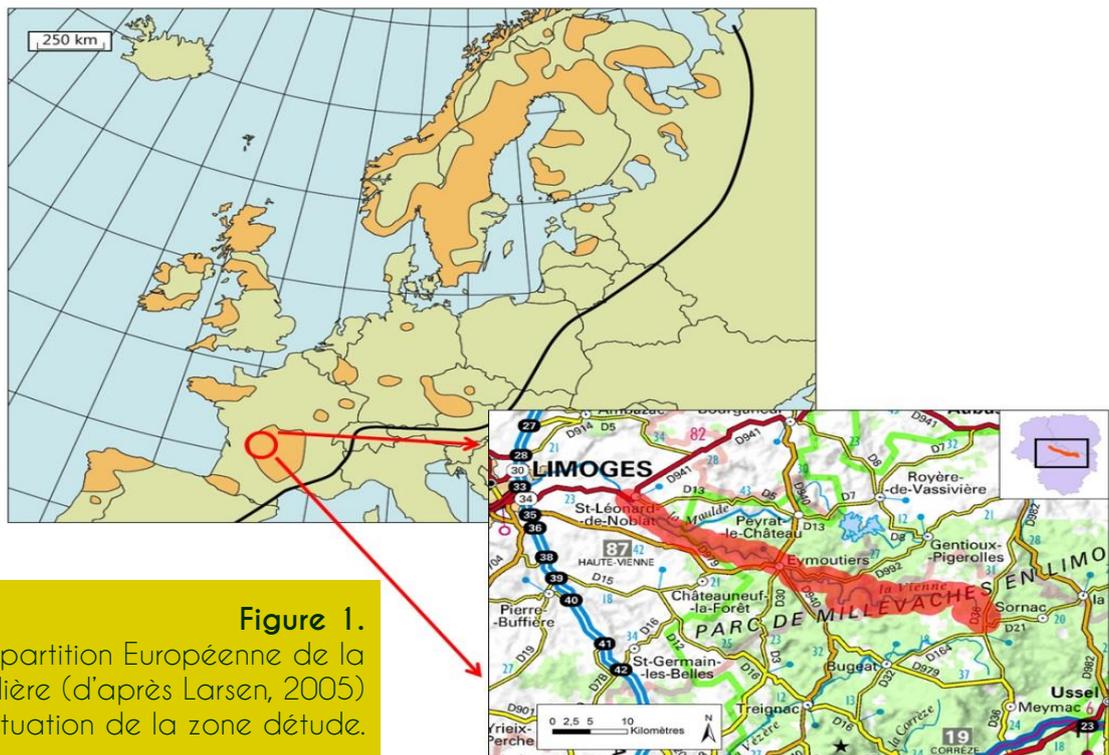


Figure 1.
Répartition Européenne de la Moule perlière (d'après Larsen, 2005) et situation de la zone d'étude.



Figure 2.
Mésio-habitat abritant la Moule perlière sur la Vienne amont.

Dans ce cadre, un suivi biologique a été mis en œuvre de manière à mieux connaître cette population, et notamment ses habitats (**Figure 2**) afin de pouvoir intervenir plus efficacement en sa faveur. L'objet de l'étude a consisté à échantillonner le bassin de la Vienne amont à la recherche de *Margaritifera margaritifera* de manière à valider l'hypothèse de la présence d'une population source sur un ou plusieurs « secteurs d'étude » et d'étudier les caractéristiques de l'habitat d'espèce.

Matériels et méthode

La base de l'échantillonnage est la prospection de 100 mètres linéaires tous les 500 mètres, à l'aide d'un bathyscope, permettant d'observer le fond des cours d'eau (**Figure 3**). Cette méthode est assouplie ponctuellement en fonction des paramètres du terrain (accessibilité,

topographie du cours d'eau). Lorsqu'une station est découverte, elle est décrite de manière précise (nombre d'individus, de juvéniles, regroupement, taille, substrat...) selon le protocole MOL_03 (Laborde, 2011). Ce protocole inclue une prospection intégrale du lit mineur au bathyscope et une description hydromorphologique du milieu. Les tronçons non prospectés au bathyscope le sont à pieds depuis la berge, et font également l'objet d'une description hydro-morphologique selon le protocole MOL_04 (LABORDE, 2011).

Concernant le poisson hôte, nous avons utilisé l'ensemble des données disponibles et comparables sur le plan méthodologique de pêche électrique sur le linéaire d'étude, sachant qu'il n'y a pas de campagne d'empoisonnement en Truite fario sur ce secteur. L'objectif de l'analyse de ces données est de mettre en regard les observations de moules

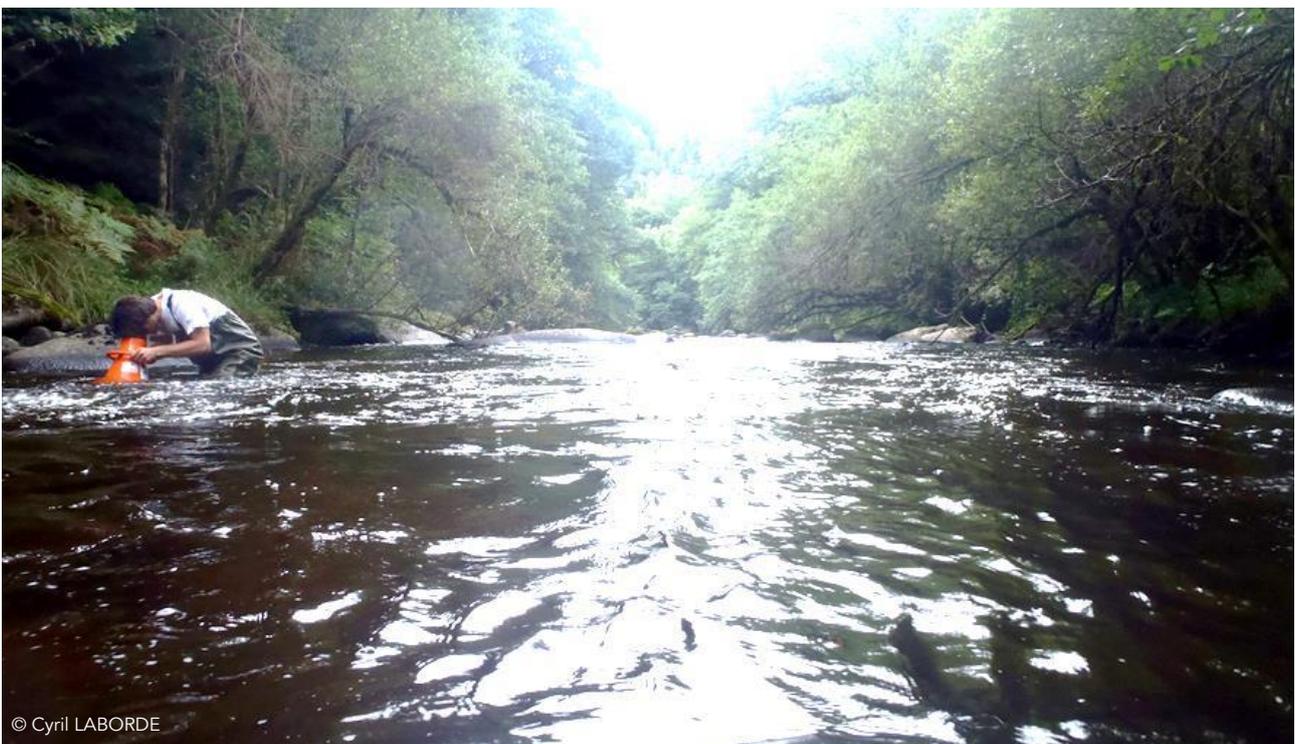
perlières sur le linéaire de la Vienne amont, et les densités de Truites fario sauvages. Sur la base de données obtenues à partir de la phase de terrain par la mise en œuvre des protocoles de suivi de la population de moules perlières, nous avons ensuite réalisé une série d'analyses descriptives et statistiques de manière à essayer de comprendre le rôle des différents paramètres hydromorphologiques (pente en %, largeur du cours d'eau, faciès, substrats dominants 1 et 2, végétation rivulaire, occupation des sols riverains, ombrage, végétation aquatique, colmatage, localisation, exposition de la berge où sont les individus, abondance de juvéniles) à l'échelle du tronçon (mésohabitat) et de la station (micro-habitat) influant sur la répartition de l'espèce (préférundums).

L'analyse descriptive du jeu complet de données s'est effectuée via des Analyses Factorielles des Correspondances Multiples (AFCM ou ACM), afin de mettre en évidence les corrélations/tendances

existantes entre chaque modalité de variables, et leur influence sur la répartition des moules perlières.

Ensuite, et pour chaque variable, des histogrammes de répartition des densités d'individus (vivants, adultes et juvéniles) en fonction de chaque modalité permettent de mieux apprécier les résultats. L'indice de Dunet et Paterson (BLONDEL 1979) a également été utilisé. Il permet d'établir une relation entre la présence d'un individu sur un milieu donné, et son degré de sélection du milieu comme habitat d'espèce. D'après l'indice de sélection (IS), sur un habitat donné A, et une zone d'étude A + B + C..., on a : $IS = (n. \text{ d'individus sur l'habitat A} / n. \text{ d'individus total}) / (\text{Longueur de l'habitat A} / \text{Longueur totale})$. Cet indice s'interprète ainsi :

- $IS > 1$: le milieu est sélectionné par les individus ;
- $IS = 1$: le milieu n'est ni sélectionné, ni évité ;
- $IS < 1$: le milieu est contre sélectionné.



© Cyril LABORDE

Figure 3.

Illustration de la prospection d'un cours d'eau au bathyscope.

Enfin, pour chaque répartition de densité en fonction d'une variable, nous avons testé chaque classe de densité deux à deux par des analyses statistiques, réalisées avec XL Stat 2011 et Statistica 6. Nous avons réalisé la série d'analyses suivante : Test de Normalité (Shapiro), Test

de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis & Mann-Whitney) avec une p-value fixée à 0,05 pour tester les corrélations observées graphiquement. L'ensemble des analyses réalisées est synthétisé dans la **Figure 4**.

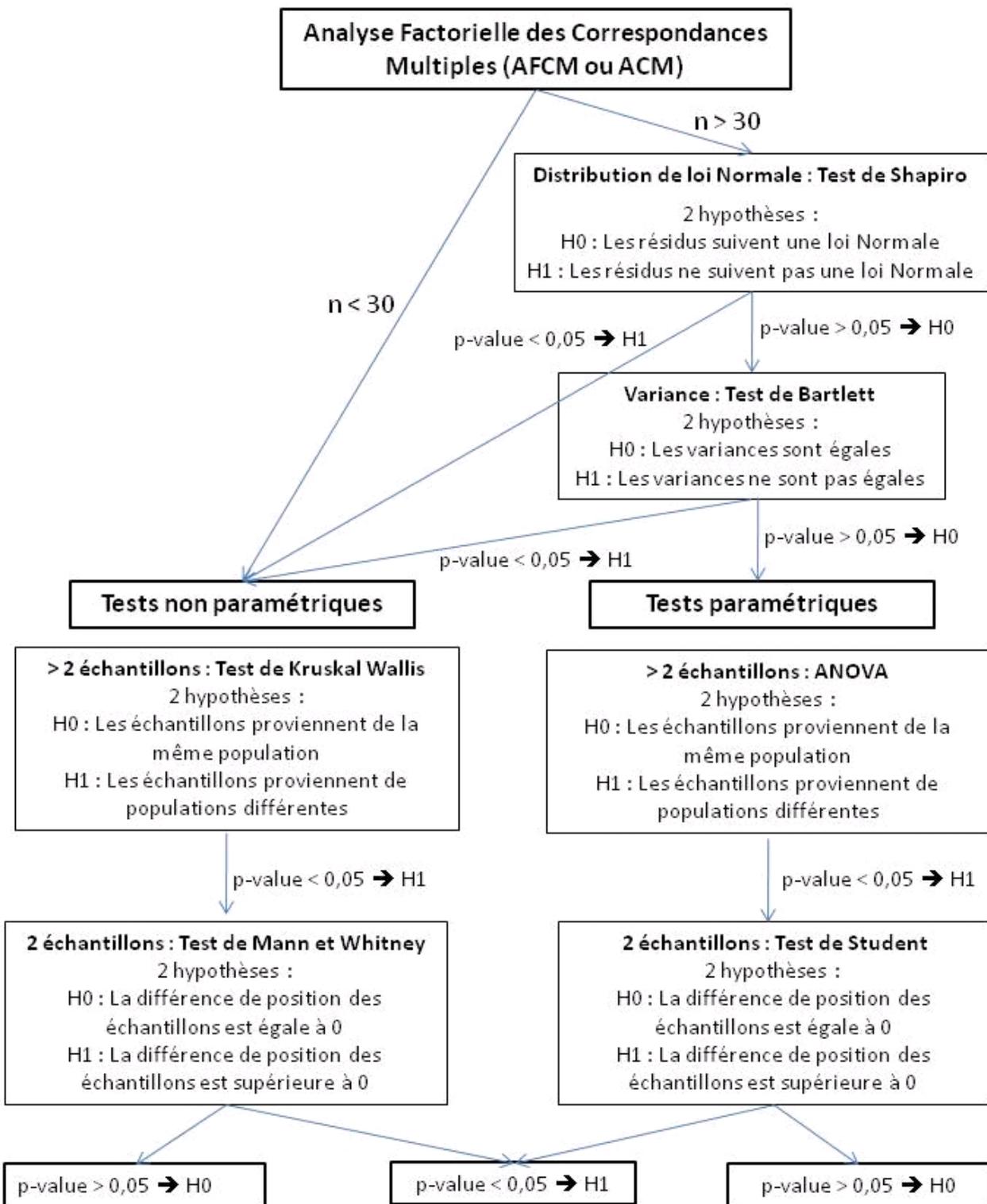


Figure 4. Schéma récapitulatif des analyses réalisées.

Résultats

Répartition de l'espèce sur la Vienne, en lien avec la Truite fario

D'après une étude de la Fédération Départementale de pêche de la Haute-Vienne (FDPP 87, 2011), la situation de la Truite fario est restée bonne au moins jusqu'à la fin des années 1980 sur la Vienne amont, mais un déclin se fait maintenant sentir même sur ce bassin préservé (Figure 5). Les densités sont élevées (environ 2000 truites fario à l'hectare) entre l'aval de l'étang de Peyrelevade et Eymoutiers (Figure 6 ; km 25 à 53), mais ont plus fortement chuté sur l'aval (km 60 et plus). D'après notre analyse de l'ensemble des pêches électriques disponibles depuis

1982, il apparaît une nette régression de la densité en Truite fario, sur l'ensemble du bassin, notamment à l'amont de l'étang de Peyrelevade (- 64 % ces 30 dernières années) et à l'aval d'Eymoutiers (- 56 % ces 17 dernières années).

Il apparaît que les densités maximales connues de Moules perlières se situent entre 30 et 50 kilomètres des sources, entre les communes de Nedde (87) et Tarnac (19). Les analyses des pêches électriques sur ce bassin (6 points de suivis, MEP 2009) nous confirment une corrélation très forte ($R^2 = 0,9999$) entre densités d'individus adultes de Moule perlière et densité de Truites fario (Figure 7) sur la Vienne. A contrario, les juvéniles ne semblent pas s'installer sur des secteurs présentant des densités élevées de truites.

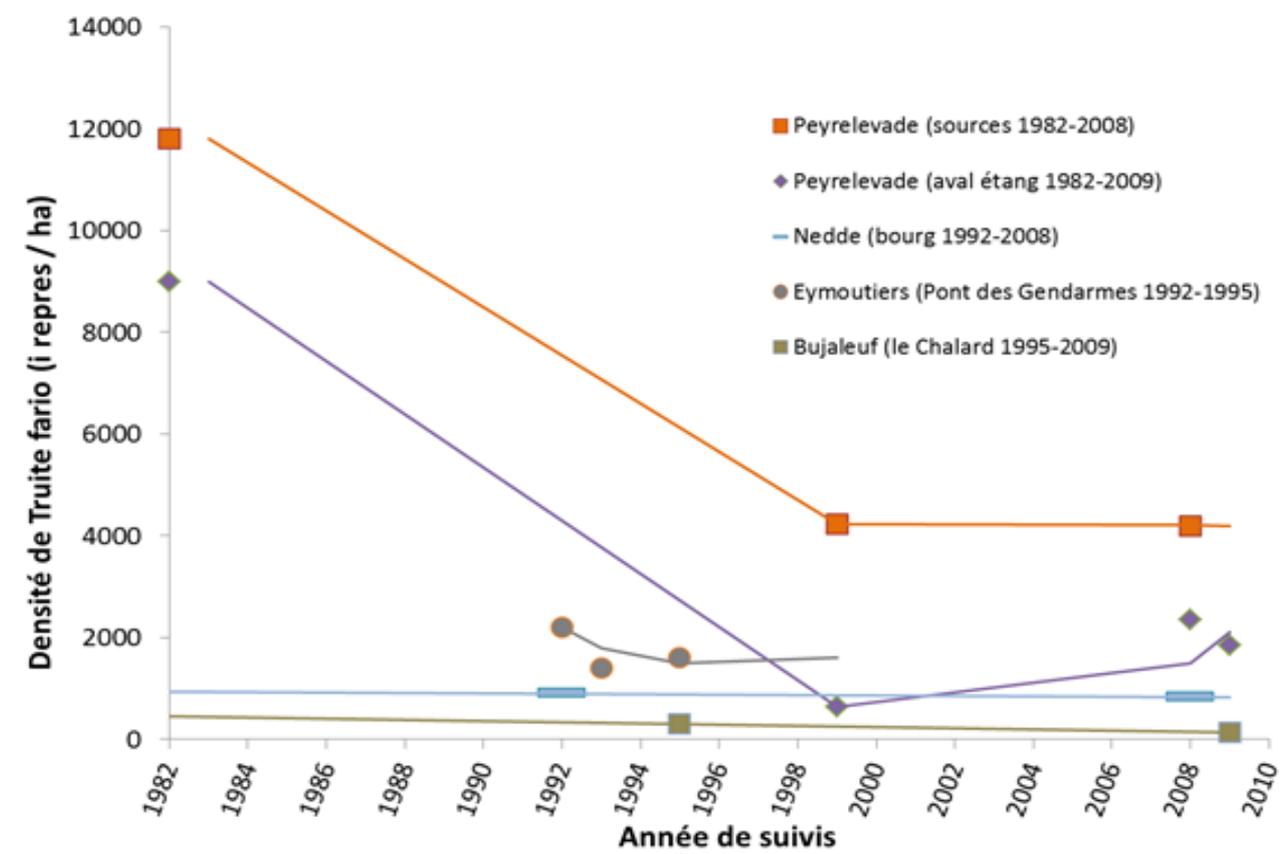


Figure 5.

Densités de Truite fario sur les différents secteurs suivis (Bujaleuf, Eymoutiers, Nedde, et aval/amont de l'étang de Peyrelevade) entre 1982 et 2010.

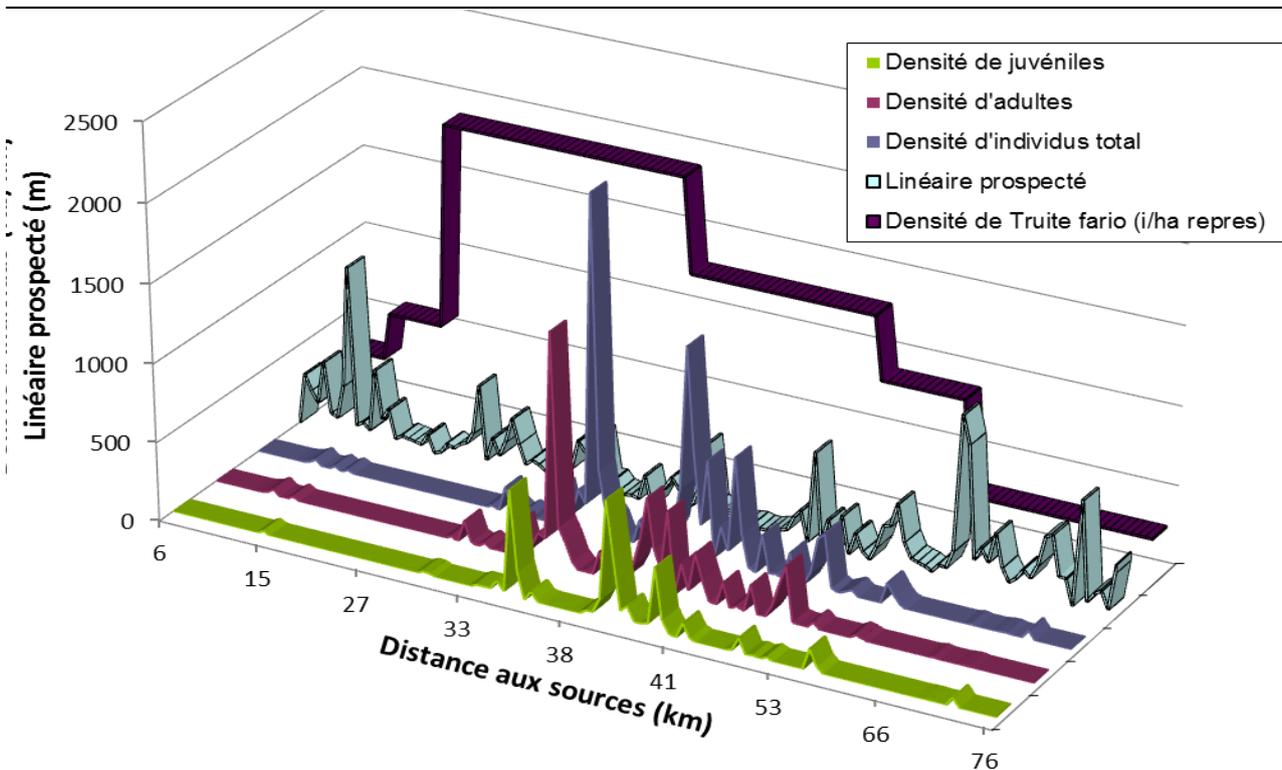


Figure 6. Evolution des densités de Moule perlière en fonction de la distance aux sources, mise en relation avec les densités numériques totales en Truite fario pour les 6 stations de la Vienne (MEP19, 2009).

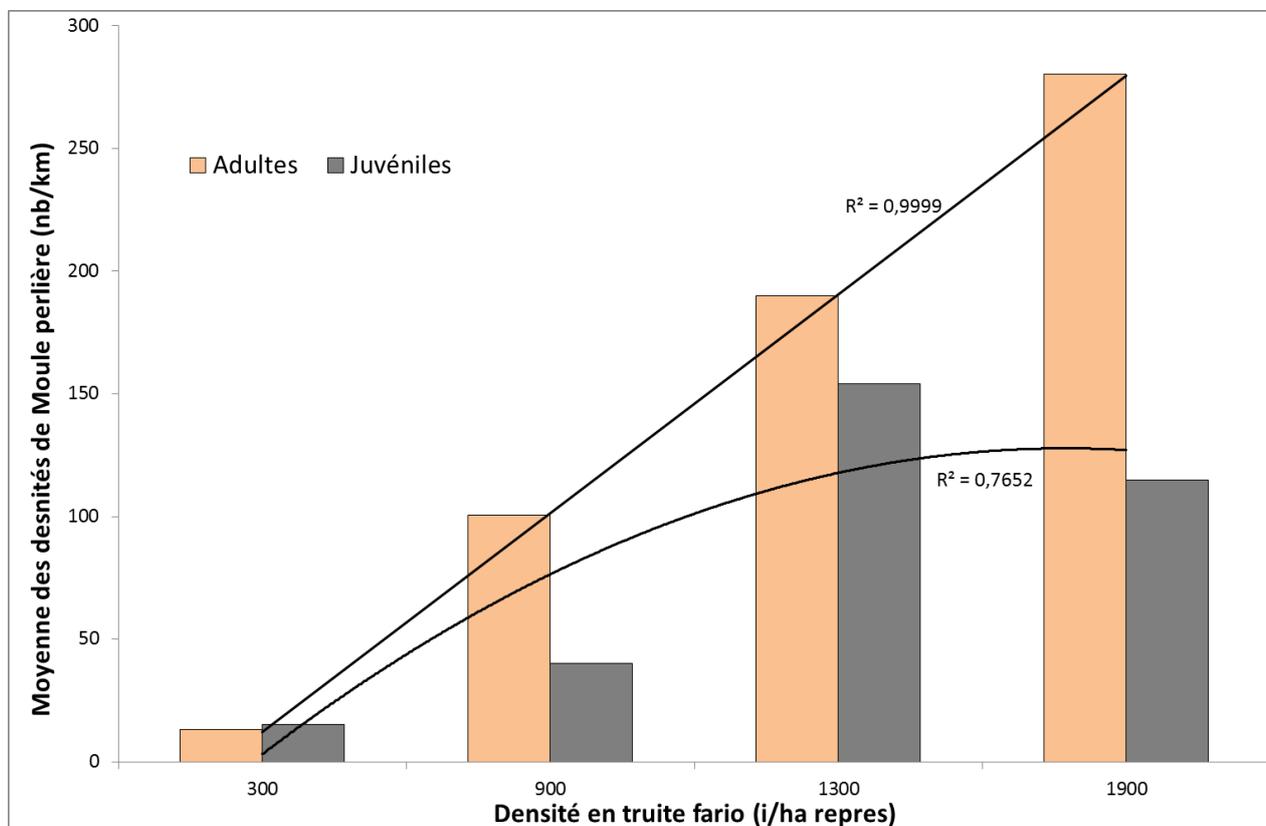


Figure 7. Corrélations entre les densités moyennes de Moule perlière et les densités numériques totales en Truite fario (MEP19, 2009).

Traitement descriptif des données à l'échelle du méso-habitat de la Moule perlière

Pour la première AFCM nous avons testé les différentes modalités et sélectionné celles qui expliquaient le mieux le jeu de données. La **Figure 8** dont les axes F1 et F3 expliquent 13 % des données, fait ressortir quatre groupes selon la variable « densités d'individus » (principalement expliqués par l'axe F1, avec des regroupements de variables corrélées) :

- groupe des tronçons à densités nulles : ce groupe est principalement représenté par des tronçons de fortes pentes (> 1,21 %), des faciès lotiques (rapide, radier) ou des retenues, un colmatage fort, une végétation rivulaire et des parcelles riveraines de résineux, de prairies fertilisées ou de zones urbaines ;
- groupe des tronçons à densités faibles : ce groupe est caractérisé par des pentes moyennes, de 0,71 à 1,20 %, des faciès d'écoulement intermédiaires, une végétation rivulaire arbustive et une occupation des parcelles riveraines de type prairiale et arborée feuillue ;
- groupe des tronçons à densités moyennes : ce groupe se différencie par des pentes faibles, un ombrage faible à moyen, des faciès d'écoulement plus lentiques ;
- groupe des tronçons à densités fortes : ce groupe se caractérise par des faciès plutôt lentiques, un couple de substrat dominant gravier – pierre et gravier – bloc, et de manière secondaire, de faible pente et la présence d'une ripisylve et de parcelles riveraines arborées feuillues.

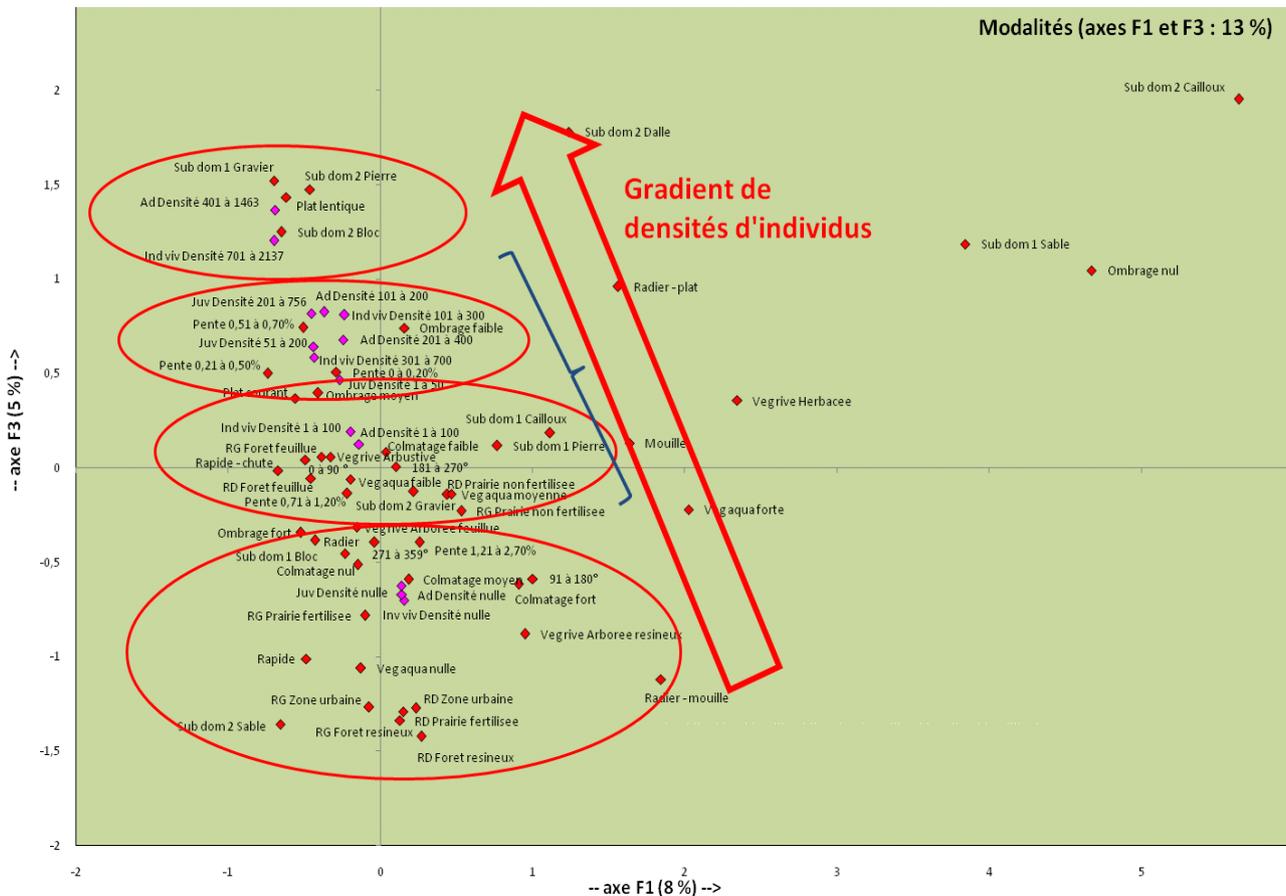


Figure 8.

Analyse Factorielle des Correspondances Multiples sur le jeu de données méso-habitat après prétraitement.

Traitement descriptif des données à l'échelle du micro-habitat de la Moule perlière

La seconde AFCM (Figure 9), dont les axes 1 et 2 expliquent 17 % du jeu de données, fait ressortir trois typologies de stations, selon la variable « regroupement des individus » :

- le groupe des moules en pavages : les pavages apparaissent corrélés à la présence de faciès plats lenticles. Ces stations sont caractérisées par un colmatage et un ombrage moyen ; la présence de juvéniles, et des substrats de type bloc (assurant une protection des individus contre les agressions) ;
- le groupe des moules groupées : ces stations semblent situées sur des faciès plats courants présentant souvent un substrat « pierre – sable » ainsi qu'un colmatage nul, un

ombrage fort corrélées à un faible taux de recouvrement de la végétation aquatique ;

- le groupe des moules isolées : elles ont souvent été observées au milieu du chenal, où l'ombrage est faible voire nul, l'abondance de végétation aquatique est moyenne à forte avec un substrat de type gravier – pierre et gravier – cailloux.

Résultats des analyses statistiques des préférences écologiques de la Moule perlière

Suite à la réalisation des analyses, nous avons dressé un récapitulatif du milieu type où l'on peut trouver la Moule perlière, et inversement, le milieu type qu'elle contre sélectionne. Ce bilan est présenté dans le

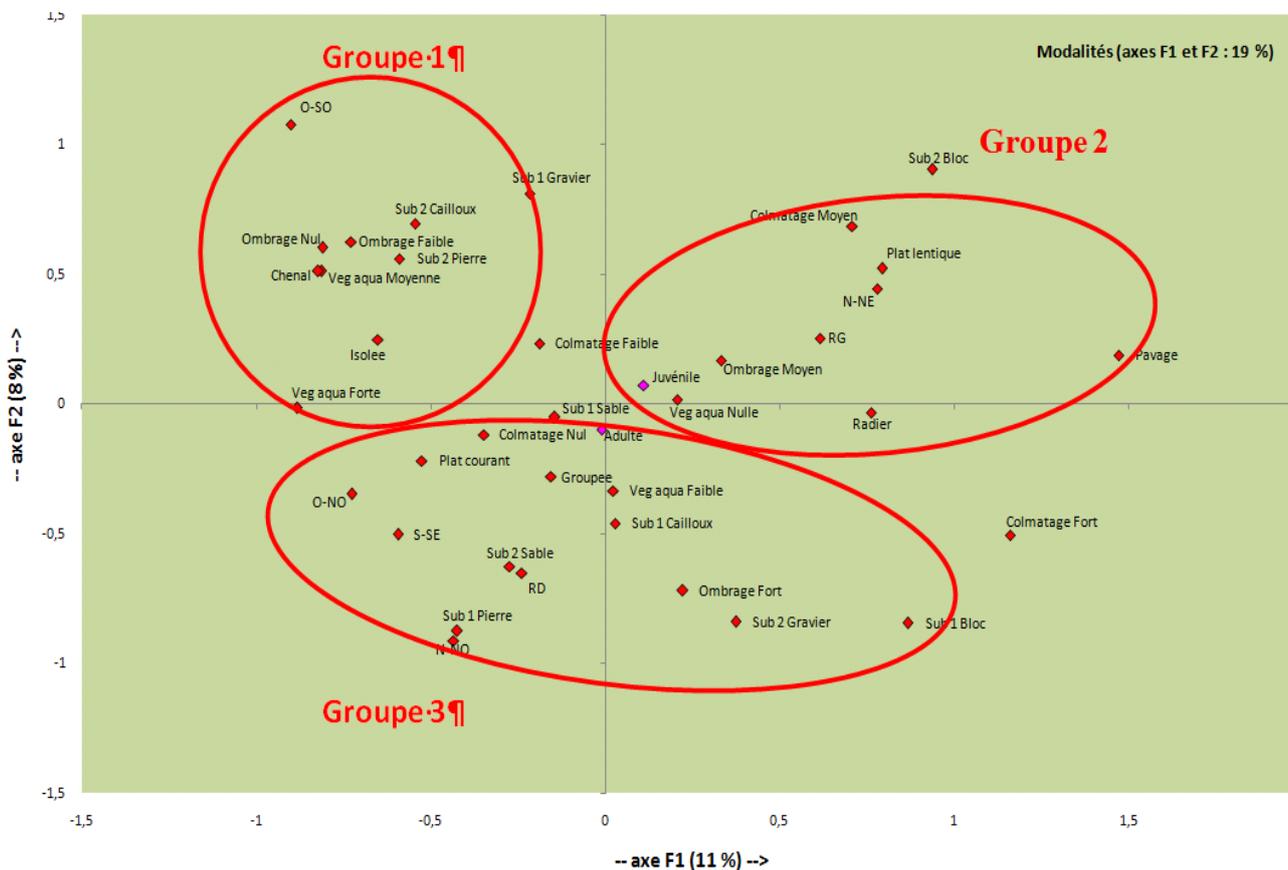


Figure 9.

Analyse Factorielle des Correspondances Multiples sur le jeu de données micro-habitat après prétraitement.

Tableau 1.

Sur le bassin de la haute vallée de la Vienne, la Moule perlière est à rechercher sur les tronçons à faible pente, des faciès plutôt lents, un substrat de gravier, pierre et bloc, et dans un contexte arboré

feuillu. Inversement, l'espèce devient rare ou absente dès que les berges sont plantées en résineux ou fertilisées, sans ombrage, avec une végétation aquatique prédominante ou encore un colmatage important.

Tableau 1.

Récapitulatif des résultats statistiques sur les milieux sélectionnés et contre sélectionnés par la Moule perlière sur le bassin de la Vienne.

	Milieux sélectionnés	Milieux intermédiaires	Milieux contre sélectionnés
Pente (%)	0 à 0,70 %	0,70 à 1,20 %	> 1,20 %
Largeur du cours d'eau	5 à 15 mètres	< 5 mètres	> 15 mètres
Faciès	Plat lentique et plat courant	Radier plat - Radier mouille	Rapide - Chute - Mouille
Substrat dominant 1	Gravier	Sable	Sable
Substrat dominant 2	Pierre	Dalle	Bloc
Végétation rivulaire	Arborée feuillue	Arbustive feuillue - Herbacée	Arborée résineux
Occupation des sols riverains	Forêt feuillue	Prairie non fertilisée	Forêt résineuse - Prairie fertilisée - Zone urbaine
Ombage	> 25 %	< 25 %	Nul
Végétation aquatique	< 25 %	-	> 25 %
Colmatage	Nul	Faible	< 50 %
Localisation	Pied de berge	-	Chenal
Exposition de la berge où sont les individus	Nord/nord-est ; ouest/nord-ouest	Nord/nord-ouest	Ouest/sud-ouest à est/sud-est
Abondance de juvéniles	Forte si abondance d'adultes (Pavage > Groupée)	-	Faible ou nulle si individus adultes isolés

Discussion

Préférundums écologiques - du micro habitat au bassin versant

Les préférundums écologiques présentés en **Figure 9** sont statistiquement vérifiés (avec un seuil de 0,05) à l'échelle de la station (micro habitat), comme à l'échelle du tronçon (mésos habitat). Il apparaît ainsi que la préservation de cette espèce passe

évidemment par la préservation du milieu aquatique (substrat, chimie de l'eau, colmatage), mais aussi par la gestion des abords du cours d'eau et des parcelles riveraines (ripisylve, occupation des sols, urbanisation).

Les comparaisons des mesures de restauration (GEIST, 2015) les plus communément appliquées ont révélé qu'elles nécessitaient toutes l'intégration de la gestion de l'érosion du bassin versant

(PANDER & GEIST, 2013 ; MUELLER *et al.*, 2014 ; PANDER *et al.*, 2015 ; DENIC & GEIST, 2015). GEIST (2011, 2014) complète son propos en précisant qu'aujourd'hui, disposer de substrats fonctionnels représente probablement l'un des plus grands défis dans la restauration des ruisseaux.

Au-delà des préférences écologiques présentées, qui sont des outils précieux notamment pour orienter les prospections, la préservation de l'espèce passe par un travail de restauration globale des milieux à l'échelle des bassins versants, notamment afin de maintenir les cours d'eau cristallin de têtes de bassin dans un bon état de conservation (ensablement, eutrophisation, continuité...).

Le cas particulier des juvéniles en terme d'habitats

Un aspect remarquable de ces résultats est le fait que les juvéniles apparaissent beaucoup plus contraints en terme de caractéristiques de milieux favorables que les adultes (colmatage nul, substrat gravier – pierre, écoulement lent, environnement boisé feuillu, densités en Truite fario inférieures à 1500 ind./ha, etc.).

Une hypothèse peut être émise : les adultes seraient plus tolérants aux évolutions et dégradations du milieu, en lien avec leur longévité (plus de 80 ans sur la Vienne) alors que les jeunes ont nécessairement besoin d'un milieu en bon état (notamment un substrat fonctionnel avec un potentiel Red-Ox), et stable (peu de dérangement, notamment lors de la fraie de truites) dans leurs premières années de vie.

La Moule perlière est très sensible à la qualité et à la température de l'eau, en particulier au stade juvénile. D'après BUDDENSIEK (1995), la température serait le principal facteur de mortalité des juvéniles, suivie par les concentrations en magnésium, ammoniacque, nitrate et

phosphate, tous ces paramètres étant des indicateurs d'eutrophisation.

Pour GEIST (2015), le développement larvaire de la moule d'eau douce dépend aussi fortement de la température (TAEUBERT *et al.*, 2013, 2014), ce qui sous-entend que l'interaction hôte-parasite peut être affectée par le changement climatique. Dans la phase postparasitique, les moules juvéniles dépendent d'un cours d'eau fonctionnel (GEIST & AUERSWALD, 2007). De grandes quantités de sédiments fins peuvent obstruer le lit du cours d'eau et entraîner des effets négatifs sur les populations juvéniles enterrées, ainsi que sur les salmonidés hôtes (STERNECKER & GEIST, 2010 ; STERNECKER *et al.*, 2013).

Comme l'avaient observé GEIST *et al.* en 2006, alors qu'il y a une corrélation forte entre la présence d'individus adultes de Moule perlière et les densités de Truite fario, les juvéniles semblent avoir des difficultés à s'installer sur des secteurs présentant des densités très élevées de truites. Suite à l'analyse des données sur 20 sites Européen, GEIST indique que les secteurs à Moule perlière avaient classiquement des densités en Truite fario comprises entre 83 et 1179 individus à l'hectare. Sur le secteur où la Moule perlière est connue sur la Vienne amont (70 km environ), ces densités en Truite sont comprises entre 300 et 2500 truites à l'hectare, ce qui conforte le fait que la population de moules perlières de cette rivière revêt un enjeu fort en terme de conservation et présente encore un fort potentiel de restauration.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence la plus importante population connue de Moule perlière de la région Limousin s'étendant sur plus de 65 km de

linéaire. Le milieu semble encore propice au bon développement de l'espèce. Au regard des exigences écologiques de l'espèce, en lien avec son poisson hôte, il apparaît que de nombreux secteurs non prospectés à ce jour pourraient encore héberger la Mulette, notamment à l'aval d'Eymoutiers. Les prospections à venir pourront être orientées en fonction de cette étude des préférences écologiques.

La Moule perlière est encore très mal connue sur des territoires comme celui du Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin. Il est à noter que chaque nouvelle prospection à la recherche de cette espèce s'avère souvent fructueuse, ce qui laisse penser qu'il reste de nombreuses populations à découvrir sur ce territoire.

Remerciements

Un grand merci au PNR de Millevaches en Limousin pour avoir permis la réalisation de cette étude, notamment par l'encadrement d'un stagiaire en 2011. Merci également à Aurélien BESNARD pour ces précieux conseils, David NAUDON, Vincent MAGNET, Guillaume RODIER, Thomas MIGNAUT, Frédéric LAGARDE, Aurélien CLAVREUL, Gilles BARTHELEMY, ainsi que la SLEM (Société Limousine d'Etude des Mollusques).

Merci enfin aux relecteurs, Pascal DUBOC et Gabriel METEGNIER, qui malgré le temps qui file ont permis la valorisation de ce travail.



Truite fario

© Cyril LABORDE

Bibliographie

Archambaud G., Giordano L., Dumont B., 2005. Description du substrat minéral et du colmatage. Note technique. Cemagref Aix-en-Provence, UR Hydrobiologie.

Blondel, J. 1979. *Biogéographie et Ecologie*. Collection d'écologie 15, édition Masson. 172 pp.

Cochet, G. 2004. *La Moule perlière et les nayades de France. Histoire d'une sauvegarde*. Christian Bouchardy, Nohanent, 32 pp.

Denic M. & Geist J. 2015. Linking stream sediment deposition and aquatic habitat quality in pearl mussel streams: implications for conservation. *River Research and Applications*, DOI: 10.1002/rra.2794, sous presse.

FDPP 87. 2011. Analyse de l'état actuel et évolution historique des populations de truite fario de Haute-Vienne. Plaquette 4pp.

Geist J. & Porkka M. & Kuehn R. 2006. The status of host fish populations and fish species richness in European freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) streams. In Wiley InterScience, *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 16: 251-266.

Geist J. & Auerswald K. 2007. Physico-chemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). *Freshwater Biology*, 52, pp. 2299- 2316.

Geist J. 2011. Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. *Ecological Indicators*, 11, pp. 1507-1516.

Geist J. 2014. Trends and Directions in Water Quality and Habitat Management in the Context of the European Water Framework Directive. *Fisheries*, 39 pp. 219-220.

Geist J. 2015. La moule perlière d'eau douce en Europe : statut et conservation. In Auffray M., Capoulade M. & Pasco P.-Y. (Éds), *Conservation et restauration des populations et de l'habitat de la moule perlière en Europe*. Actes du colloque international du LIFE+ « Conservation de la moule perlière d'eau douce du Massif armoricain ». *Penn ar Bed*, 222, pp. 11-13.

Laborde B., 2011. Diagnostic hydro-morphologique des milieux aquatiques, inventaires des espèces d'intérêt communautaire (*M. margaritifera*) et élaboration d'un catalogue d'actions visant la restauration des biotopes. PNR de Millevaches en Limousin, Meymac (19). 29pp. + annexes.

MEP. 2009. Synthèse des pêches électriques sur le bassin amont de la Vienne. 22 pp.

Mueller M., Pander J. & Geist J. 2014. The ecological value of stream restoration measures: an evaluation on ecosystem and target species scales. *Ecological Engineering*, 62, pp. 129-139.

ONEMA. 2009. Note méthodologique de localisation et de caractérisation des cours d'eau à *Margaritifera margaritifera* dans le Massif Central V1. 125 pp.

Pander J. & Geist J. 2013. Ecological indicators for stream restoration success. *Ecological Indicators*, 30, pp. 106-118.

Pander J., Mueller M. & Geist J. 2015. A comparison of four stream substratum restoration techniques concerning interstitial conditions and downstream effects. *River Research and Applications*, pp 239-255, DOI: 10.1002/rra.2732.

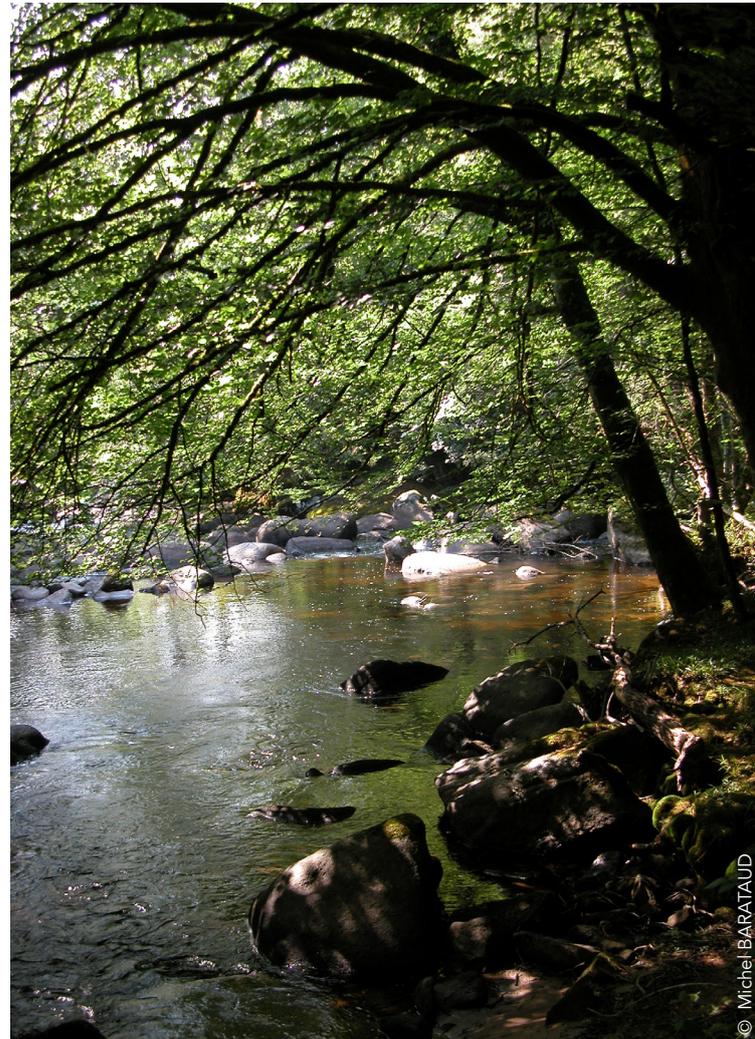
Sternecker K. & Geist J. 2010. The effects of stream substratum composition on the emergence of salmonid fry. *Ecology of Freshwater Fish*, 19, pp. 537-544.

Sternecker K., Cowley D. & Geist J. 2013. Factors influencing the success of salmonid egg development in river substratum. *Ecology of Freshwater Fish*, 22, pp. 322-333.

Taeubert J.E. & Geist J. 2013. Critical swimming speed of brown trout (*Salmo trutta*) infested with freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) glochidia and implications for artificial breeding of an endangered mussel species. *Parasitology Research*, 112, pp. 1607-1613.

Taeubert J.E., Gum B. & Geist J. 2013. Variable development and excystment of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) at constant temperature. *Limnologica*, 43, pp. 319- 322.

Taeubert J.E., EL-Nobi G. & Geist J. 2014. Effects of water temperature on the larval parasitic stage of the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24 pp. 231-237.



Pour citer cet article :

LABORDE, C. & B. 2019.
Caractérisation des préférendums
écologiques de la Moule perlière
(*Margaritifera margaritifera*, Linnaeus,
1758) en termes de micro et de méso
habitats, en lien avec son poisson hôte
sur la haute vallée de la Vienne (Limousin,
France).
Plume de Naturalistes 3 : 109-122.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles
de Plume de Naturalistes :
www.plume-de-naturalistes.fr

Étude de la dynamique de population de la Moule perlière sur la Vienne par des modèles d'abondance à mélange N-mixture

Par **Cyril LABORDE**¹ (cyril0laborde@gmail.com)
David NAUDON² (dnloutre@orange.fr)
Cloé MARCILLAUD² (cloclo.marcillaud@orange.fr)
Aurélien BESNARD³ (aurelien.besnard@cefe.cnrs.fr)

¹ Oxalis SCOP - SA. Marcouyeux - 19300 LE JARDIN

² Limousin Nature Environnement - Centre Nature la Loutre - 87430 VERNEUIL-SUR-VIENNE

³ CEFE - UMR 5175 - CNRS - Université de Montpellier – EPHE, laboratoire Biogéographie et écologie des vertébrés - 1919 route de Mende - 34293 MONTPELLIER Cedex 5



Introduction

Le Limousin est le contrefort Ouest du Massif Central. Ce massif granitique est caractérisé par la présence d'un réseau hydrographique très dense. Ce territoire favorable à la Moule perlière (*Margaritifera margaritifera*), présente au moins 46 rivières occupées par l'espèce, mais la répartition de l'espèce en Limousin reste largement méconnue puisque moins de 1 % du linéaire favorable à l'espèce a été prospecté d'après les modélisations réalisées par l'ONEMA en 2009 (PRA, 2017).

Chez la Moule perlière, les sexes sont séparés et il n'y a pas de dimorphisme sexuel. Le sperme, libéré par le mâle au début de l'été (GROH, 2000 ; in VRIGNAUD, 2005) et en suspension dans l'eau, est filtré par les cténidies des femelles où la fécondation a lieu. Ainsi, la répartition des individus dans le cours d'eau influe fortement les taux de fécondité. Une femelle produit entre deux cent mille et plusieurs millions de gamètes par an, appelés glochidies, elles ne peuvent survivre que quelques heures avant de

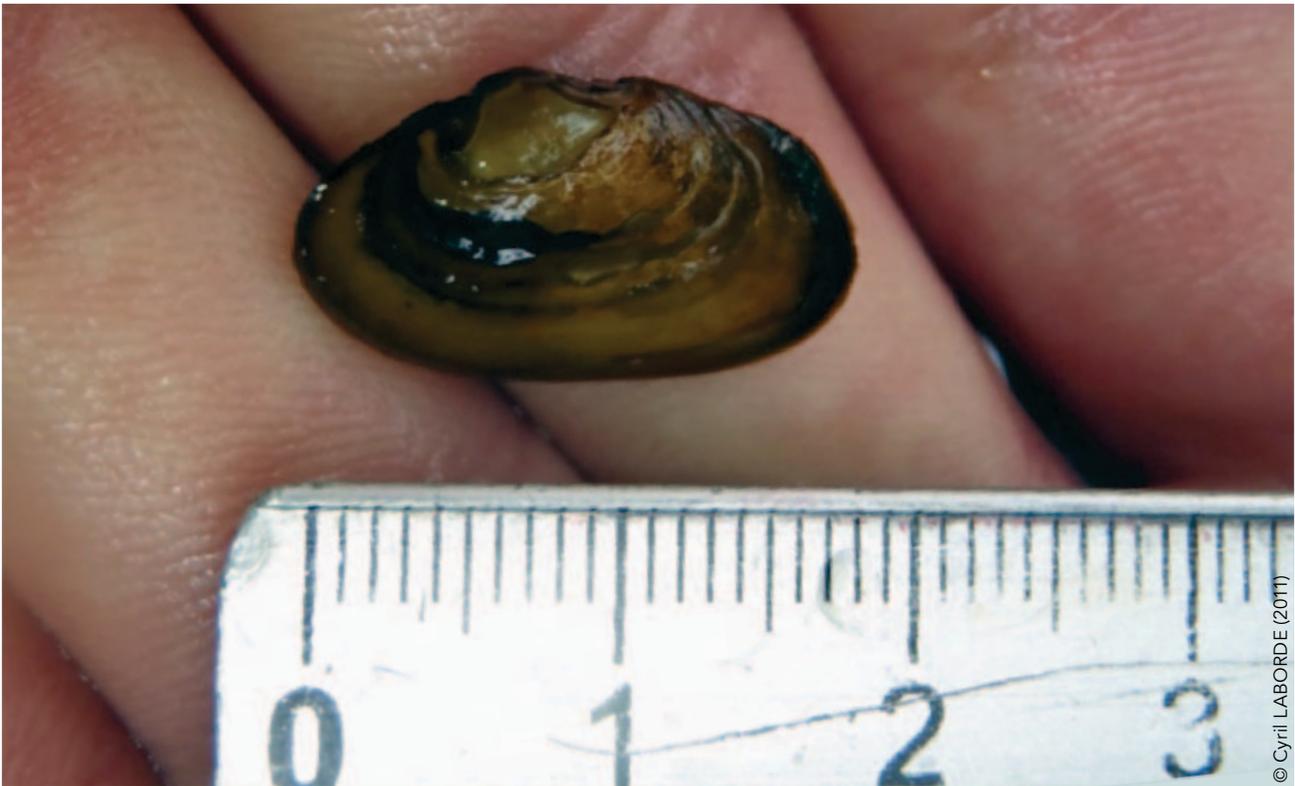


Figure 1.

Cliché d'un juvénile de Moule perlière de 1.8 cm observé sur Nedde (87).

parasiter un poisson-hôte. Le taux de mortalité des larves entre leur libération dans le milieu et l'infestation du poisson-hôte est de 99,99 % (YOUNG & WILLIAMS, 1984). Les poissons-hôtes des larves de Moules perlières sont des salmonidés : le Saumon Atlantique (*Salmo Salar*), absent sur la Vienne amont, et la Truite fario (*Salmo trutta fario*). Cette phase « parasitaire » peut être courte (20 à 60 jours avec libération des glochidies en fin d'été), ou longue (sept à neuf mois avec libération des larves au printemps et début de l'été après une période de repos hivernal (COCHET, 2004). Selon Cochet, il faut au moins des densités de 2000 à 3000 truites à l'hectare pour assurer une bonne reproduction. Les glochidies se libèrent des branchies du poisson-hôte et se fixent jusqu'à 50 cm de profondeur dans le substrat (COCHET, 2004) dans lequel elles vont vivre de deux à cinq ans. Les juvéniles doivent trouver dans le sous-écoulement (hyporhéique) la même qualité d'eau que

celle de la rivière au moins dans les 10 premiers centimètres.

Lorsque les moules juvéniles sortent du substrat, elles mesurent alors de 1,5 à 2 cm et leur périostacum est de couleur brune claire, puis devient plus sombre avec l'âge et en fonction de la trophie du milieu.

Une étude menée en 2011 (LABORDE, 2011) avait mis en évidence un secteur de 15 km linéaires (entre Nedde (87) et Tarnac (19)) où nous avons recensé 746 individus sur 2440 mètres linéaires. La plus jeune mulette observée mesurait 1,8 cm (Figure 1), la proportion de juvéniles (< à 6 cm) était de 43 %, et la reproduction avérée (présence régulière de glochidies sur les Truites fario). Cette population apparaît comme un « hotspot » du bassin de la Vienne en relativement bon état de conservation en termes de démographie (Figure 2), mais aussi en termes d'habitats (Figure 3), selon les critères d'évaluations proposés dans le PNA Moule perlière (Biotope, 2011).



© Cyril LABORDE

Figure 2.

La Vienne présente une multitude d'habitats favorables à l'espèce.

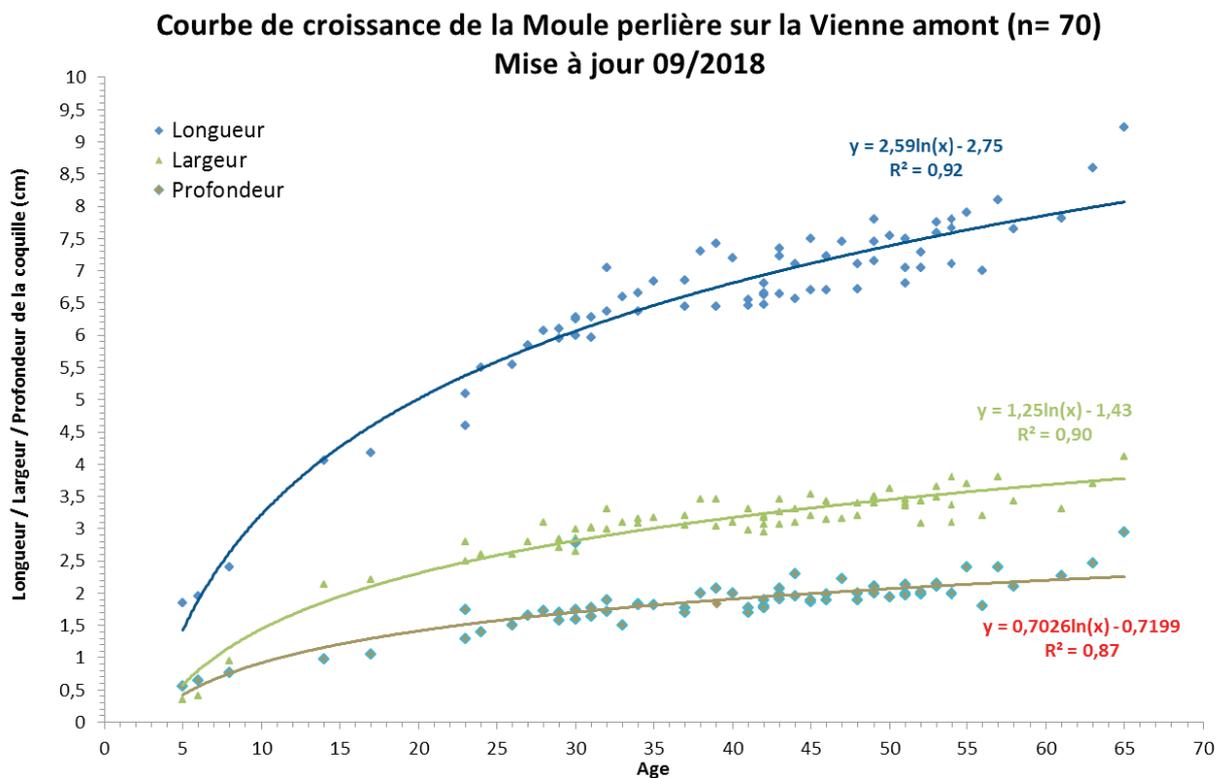
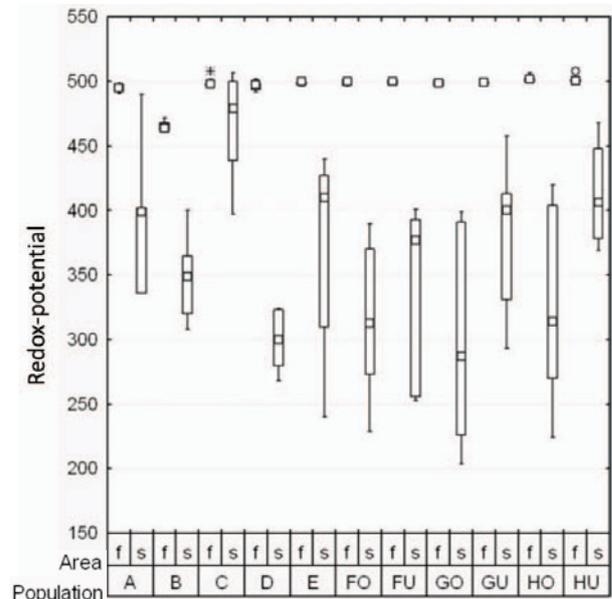


Figure 3.

Courbe de croissance de la Moule perlière sur la haute vallée de la Vienne.

En 2013, une étude génétique a été menée (KUEHN & GEIST, 2014). D'après Kuehn et Geist, la population de la Vienne présente « une très grande variabilité génétique et une faible influence de la dérive génétique [...]. La qualité du substrat [...] correspond à la qualité observée dans les populations fonctionnelles, [...] cette population mérite une haute priorité de conservation » (Figure 4).

Afin de suivre la dynamique de population à moyen terme en prenant en compte la détectabilité, et de mieux comprendre la répartition de l'espèce sur ce hotspot, un suivi par comptages répétés a été engagé en 2014 (Figure 5) sur un échantillonnage aléatoire systématique de tronçons de rivières entre Nedde (87) et Tarnac (19). Nous avons également recherché les variables influençant cette détectabilité. Ce suivi a vocation à être répété tous les cinq ans (en 2019), à défaut en 2024 (10 ans).



Légendes :
 □ Median
 □ 25%-75%
 | Non-Outlier Range
 ○ Outliers
 * Extremes
 f free water
 s sediment -5cm

Figure 4.
 « Boxplot » du potentiel redox dans l'eau libre et à 5 cm de profondeur dans le substrat des populations de *Margaritifera margaritifera* de la région Limousin (France). Le site « C » est la Vienne à Nedde (87) (KUEHN & GEIST, 2014).

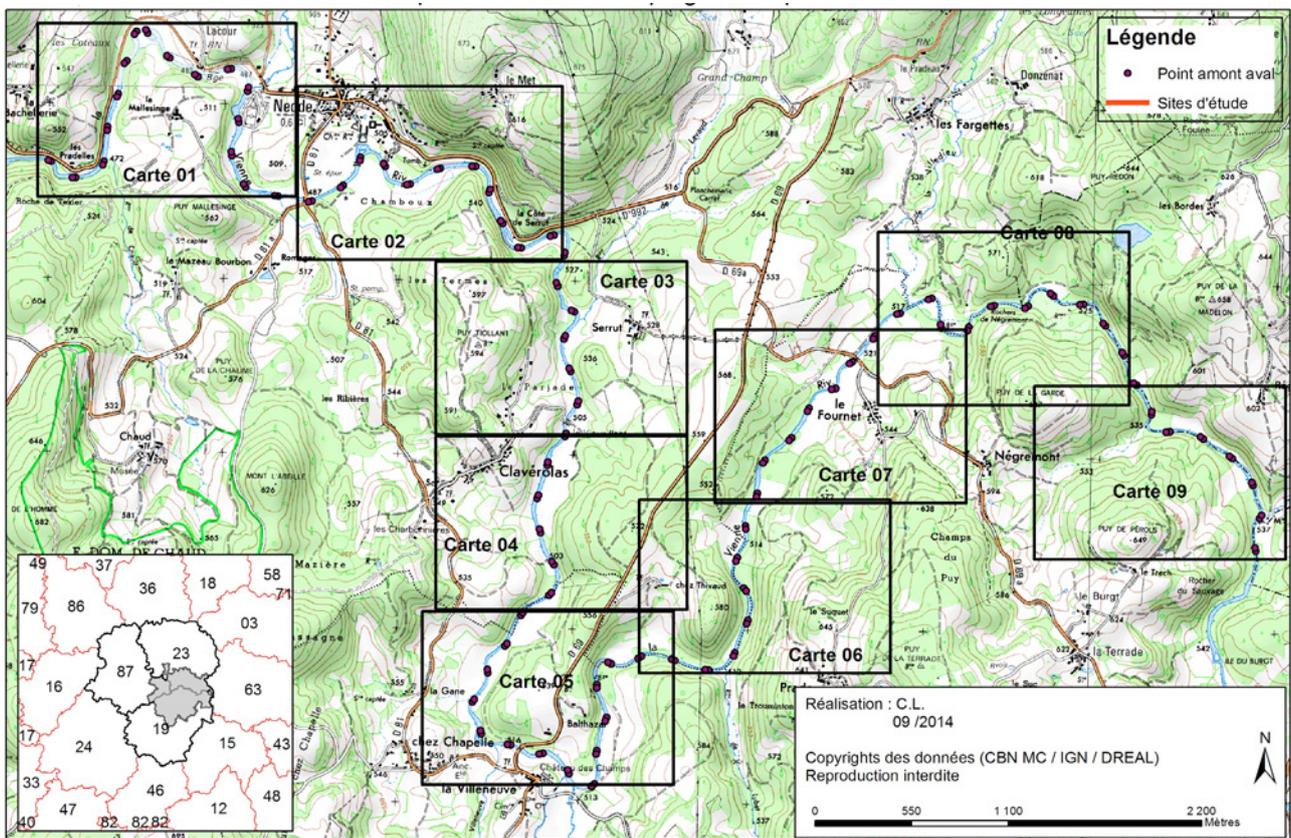


Figure 5.
 Zone d'étude et échantillonnage aléatoire systématique.

Notre principale hypothèse de travail est : les inventaires traditionnels au bathyscope engendrent une sous-estimation des populations en présence, notamment du fait qu'ils ne permettent pas de tenir compte de la détectabilité de l'espèce. Ces travaux ont été réalisés sous couvert d'une autorisation préfectorale.

Matériel et méthode

a. Le protocole mis en œuvre

51 sites d'étude ont été sélectionnés par un tirage aléatoire systématique (par souci de simplicité) en prenant un tronçon de 20 mètres linéaires (par 20 m de large) tous les 200 m sur un linéaire de 15 km (la zone d'étude). Une prospection du fond de la rivière est réalisée au bathyscope sur chaque site en 30 minutes et à trois

reprises, en juin, juillet puis août 2014 (**Figure 6**).

Il s'agit de faire quatre allers-retours dans la rivière en couvrant toute la surface et de noter l'abondance observée (mortes et vivantes). Chaque tronçon est localisé au GPS et marqué à la peinture.

L'hydro-morphologie du cours d'eau et de ses abords est également relevée selon une fiche terrain pré-établie (cf. **Annexe 1**, p. 138) avec diverses variables (largeur moyenne du tronçon, profondeur moyenne, faciès, végétation rivulaire, ombrage, hauteur moyenne des berges, pente des berges, nature des berges, stabilité des berges, substrat dominant 1, substrat dominant 2, recouvrement végétation aquatique, colmatage, classe colmatage (d'après ARCHAMBAUD *et al.*, 2005), recouvrement atterrissement, occupation des parcelles riveraines RD et RG, zone du lit piétinée par le bétail).

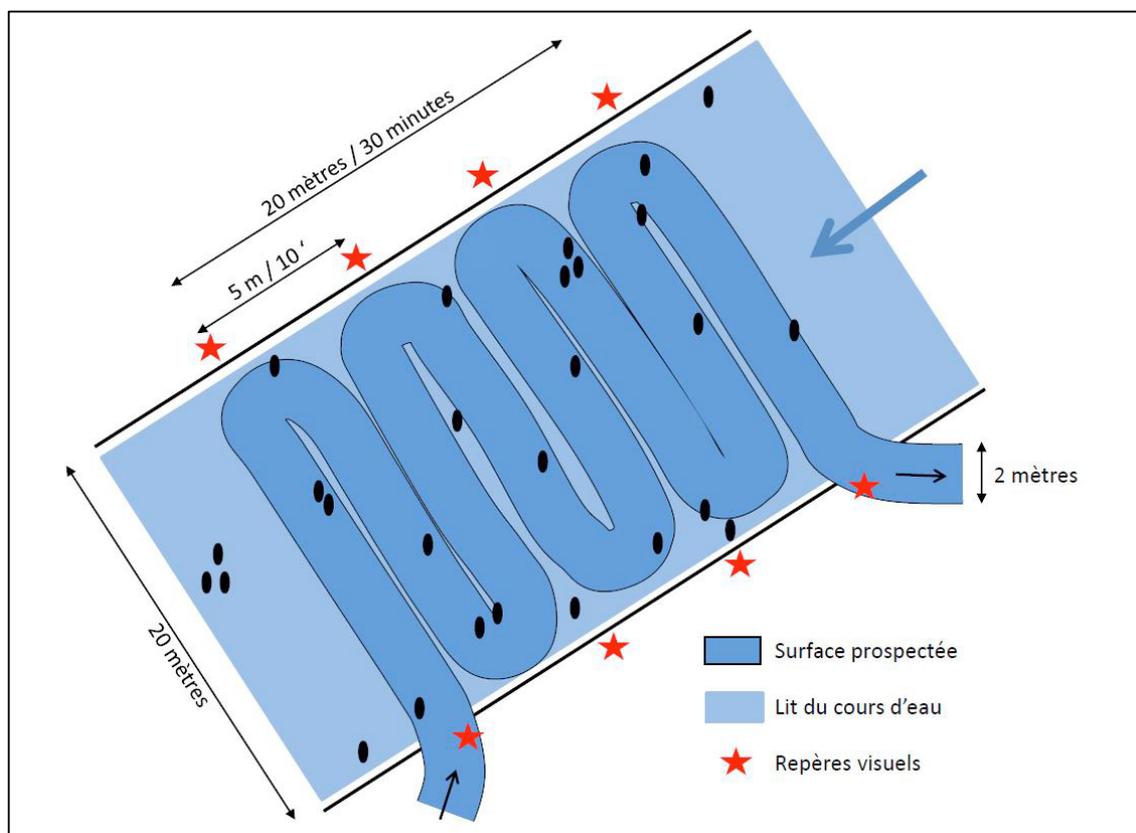


Figure 6.
Protocole de prospection par site d'étude de 400 m².

b. Les modèles d'abondance à mélange (ROYLE, 2004)

Les modèles d'abondance à mélange ou N-Mixture (ROYLE, 2004) reposent sur un échantillonnage aléatoire et un comptage répété sur plusieurs sites. Ce modèle implique que les abondances locales suivent une loi de Poisson et que la répartition et le comptage des individus sont indépendants du temps. Il permet d'obtenir une estimation de l'abondance moyenne par site, du taux d'occupation des sites et la probabilité de détection des individus. La méthode permet d'observer l'évolution démographique de cette population à chaque répétition du suivi (mortalité, natalité, colonisation, extinction...).

Les hypothèses d'utilisation de cette méthode sont :

- la population est fermée au cours de chaque suivi (2014, 2019, 2024...);
- les détections au sein de chaque site sont constantes et indépendantes entre les visites. Des variations peuvent être modélisées à l'aide de co-variables ;
- le facteur d'intégration K doit être défini (limite haute de l'abondance par site).

c. L'analyse des données (N-Mixture)

Les modèles « N-Mixture » sont des outils statistiques robustes qui vont comparer les résultats de comptages répétés sur les différents sites d'étude (les histoires de capture). Cela permet ensuite de modéliser les probabilités de capture, la détectabilité de l'espèce par site, et donc d'estimer l'abondance de la population globale. Plusieurs modèles peuvent être comparés notamment pour explorer l'impact de co-variables (notamment les paramètres hydromorphologiques, l'effet observateur...) sur la probabilité de

détection des individus ou sur l'abondance locale.

Le « critère d'information d'Akaike » est utilisé pour comparer les modèles. Ce critère (AIC) permet de retenir le modèle qui décrit le mieux les données avec le moins de paramètres possibles. Il est fourni avec les estimations dans le logiciel PRESENCE © (HINES, 2006). Nous avons testé différents modèles proposés par le logiciel, en fixant plusieurs valeurs de facteur d'intégration (facteur K). Les différents résultats nous ont amené à sélectionner le « Royles biométric - Repeated Count Data », avec un facteur K fixé à 200 qui a été retenu au regard de la fiabilité de la modélisation (AIC).

Nous testons ensuite l'adéquation du modèle avec les données à l'aide d'un « Goodness-of-fit test ». Suite à ces tests, des effets aléatoires sur la détection (effet site) et sur l'abondance (la probabilité de détection et l'abondance observées sont autorisées à varier autour d'une moyenne, en suivant une Loi normale) ont été introduits.

Enfin, les analyses ont été reproduites dans le cadre Bayésien pour confirmer ou infirmer la fiabilité des résultats au regard de la variabilité de l'abondance, imputable entre autre aux phénomènes d'enfouissements.

d. Recherche des variables influençant la détectabilité

Nous avons ensuite recherché les corrélations entre la détectabilité et les paramètres hydro-morphologiques relevés sur le terrain. Pour ce faire, nous avons établis des moyennes pour chaque paramètre, en prenant en compte l'écart type et des intervalles de confiance fixés à 95 %.

Résultats

a. Résultats bruts du modèle N-Mixture (ROYLE, 2004)

Le suivi a permis de réaliser trois passages sur 51 tronçons. Les résultats bruts sont présentés dans le **Tableau 1**.

L'analyse a été réalisée à trois niveaux : vivants, coquilles et les deux. La probabilité pour une coquille vide de « sortir » ou « entrer » dans la population d'étude (lors d'une crue, par exemple, alors que les adultes vivent globalement fixés et ne se déplacent au mieux que de quelques mètres), conduisent à un non-respect de l'hypothèse de population close entre les passages. La forte variabilité des observations de coquilles au cours des trois passages rend caduque toute analyse de ces données. Nous n'avons donc pas poursuivi l'analyse et l'interprétation des résultats sur ces coquilles.

Le modèle choisi a été testé avec l'ensemble des co-variables enregistrées dans le cadre de cette étude, et seul le « code tronçon » semble affecter sensiblement le modèle (effet site) ce qui est cohérent avec le mode de vie agrégé de l'espèce.

Suite aux « Goodness-of-fit test » sur le jeu de données, nous avons ajouté des effets

aléatoires en « bayésien » (**Tableau 2**), afin de mieux prendre en compte les phénomènes d'enfouissement au cours du suivi.

Pour les seuls individus vivants, l'estimation et les résultats de l'estimation sont présentés dans la **Figure 7**. À partir d'une abondance observée sur les 51 sites de 321 individus vivants et d'un taux d'occupation des sites de 80,39 %, le modèle prédit une abondance estimée de 2974 individus (455 – 14040, avec un intervalle de confiance fixé à 95 %) et un taux d'occupation des sites de 99,99 %.

b. Occupation des sites et détectabilité

Lors de chaque passage, nous avons eu 32, 37 puis 27 sites où l'espèce a été détectée, soit 62,75 %, 72,55 % puis 52,94 % des sites. Le cumul des passages permet d'affirmer qu'au moins 80% des sites sont occupés. En un passage sur un site, on détecte donc l'espèce 5 à 7 fois sur 10. Le modèle « N-Mixture » retenu nous indique lui que 99,99 % des sites seraient occupés mais avec des abondances variables. Lorsque l'on n'observe aucune moule sur un site à trois reprises, il y aurait en fait probablement 3 à 4 individus.

AIC = 1291.6		
Taux d'occupation apparent : 0.8039		
Abondance totale apparente : 321 (vivants)		
Taux d'occupation estimée (psi) : 0.9999		
Occupancy estimate (psi)	std.err	95% confidence interval
psi (site) : 0.9999	0.0000	0.9999 - 0.9999
Abondance totale estimée (N) : 2974 individus (vivants)		
Tot. Abund. estimate	95% confidence interval	
N (site) : 2974	455 – 14040	

Figure 7.

Résultats de l'analyse par modèle d'abondance en mélange obtenu pour les individus vivants sous © Présence.

Tableau 1.

Résultats bruts des 3 passages sur les 51 sites d'étude (LNE & PNR ML, 2014).

Sites, observations et estimations					Hydrologie						Berges et ripisylves						Parcelles riveraines	
Code tronçon	Abon-dance observée	Taux detecta-bilité	Mean (abon-dance estimée)	Mean (Densité estimée ou m ³)	Profondeur moyenne (en cm)	Ombrage	Facès dominant	Recouv-ement de la végétation aquatique	Colma-tage	Classe colmatage (ARCHAMBAUD et al. 2005)	Stabilité des berges	Couple de substrats dominants (1 et 2)	Qualifi-cation du couple de substrats	Coefficient d'abondance dominance de la strate arborée rivulaire	Coefficient d'abondance dominance de la strate arbustive rivulaire	Coefficient d'abondance dominance de la strate herbacée rivulaire	Occupation des sols sur les parcelles riveraines	Qualifica-tion de l'occupa-tion des sols sur les parcelles riveraines
180	3	0,10	28,61	0,07	40	Moyen	Radier	Faible	Faible	1	Moyenne	Pierre Sable	Moyen	3	1	3	Cultures Cultures	Mauvais
400	5	0,15	33,18	0,08	60	Moyen	Plat courant	Faible	Faible	2	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	3	2	4	Cultures Forêt feuillue	Mauvais
420	2	0,17	11,81	0,03	60	Faible	Plat courant	Faible	Moyen	3	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	4	2	4	Cultures Prairie	Mauvais
640	1	0,13	7,56	0,02	80	Moyen	Plat lentique	Nul	Faible	1	Moyenne	Gravier Caillou	Bon	1	1	2	Forêt feuillue Cultures	Mauvais
270	3	0,15	20,13	0,05	30	Moyen	Radier	Faible	Faible	2	Forte	Gravier Pierre	Bon	4	0,1	2	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
530	2	0,13	15,64	0,04	40	Faible	Plat courant	Faible	Faible	1	Moyenne	Gravier Pierre	Bon	4	3	2	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
540	3	0,10	29,02	0,07	60	Moyen	Plat courant	Moyen	Nul	1	Moyenne	Gravier Pierre	Bon	3	3	2	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
10	0	0,00	3,49	0,01	100	Fort	Rapide	nul	Fort	4	Forte	Pierre Pierre	Mauvais	4	2	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
20	1	0,13	7,66	0,02	80	Fort	Rapide	nul	Moyen	2	Forte	Pierre Pierre	Mauvais	3	2	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
30	1	0,13	7,53	0,02	80	Faible	Rapide	nul	Nul	1	Faible	Pierre Pierre	Mauvais	3	2	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
550	4	0,19	20,70	0,05	50	Moyen	Plat courant	Moyen	Nul	1	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	4	4	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
280	18	0,09	203,30	0,51	50	Moyen	Plat courant	Moyen	Faible	1	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	4	2	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
290	64	0,09	728,10	1,82	60	Moyen	Plat courant	Faible	Moyen	3	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	3	3	3	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
380	2	0,17	11,77	0,03	60	Moyen	Plat courant	Fort	Fort	4	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	4	3	4	Forêt feuillue Forêt feuillue	Bon
70	3	0,11	28,36	0,07	80	Moyen	Plat courant	faible	Faible	2	Moyenne	Bloc Pierre	Mauvais	4	2	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
80	0	0,00	3,49	0,01	60	Moyen	Plat courant	faible	Moyen	4	Forte	Bloc Sable	Moyen	4	0	3	Forêt feuillue Prairie	Moyen
60	1	0,14	7,41	0,02	30	Faible	Plat courant	moyen	Faible	2	Moyenne	Caillou Sable	Moyen	5	2	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
230	0	0,00	3,42	0,01	30	Faible	Radier	Faible	Moyen	3	Forte	Pierre Gravier	Bon	5	3	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
40	2	0,13	15,54	0,04	60	Moyen	Plat courant	faible	Nul	1	Forte	Pierre Sable	Moyen	5	1	5	Forêt feuillue Prairie	Moyen
50	2	0,07	28,95	0,07	60	Moyen	Rapide	faible	Nul	1	Moyenne	Pierre Sable	Moyen	5	0,1	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
440	1	0,13	7,43	0,02	80	Fort	Radier	Faible	Nul	1	Moyenne	Sable Bloc	Moyen	3	3	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
360	3	0,15	20,19	0,05	80	Moyen	Plat lentique	Nul	Fort	5	Moyenne	Sable Gravier	Moyen	3	2	3	Forêt feuillue Prairie	Moyen
490	0	0,00	3,49	0,01	100	Fort	Plat lentique	Nul	Fort	5	Moyenne	Sable Gravier	Moyen	2	2	2	Forêt feuillue Prairie	Moyen
90	0	0,00	3,45	0,01	100	Moyen	Plat courant	faible	Moyen	3	Forte	Sable Pierre	Moyen	4	2	2	Forêt feuillue Prairie	Moyen
340	7	0,12	59,19	0,15	80	Nul	Plat lentique	Faible	Fort	4	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	4	3	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
350	5	0,11	46,02	0,12	50	Moyen	Plat courant	Moyen	Moyen	3	Forte	Sable Pierre	Moyen	3	2	4	Forêt feuillue Prairie	Moyen
250	2	0,10	19,61	0,05	60	Fort	Radier	Faible	Faible	1	Forte	Bloc Sable	Moyen	4	1	4	Forêt feuillue Zone urbanisee	Moyen
410	6	0,14	42,09	0,11	30	Faible	Plat courant	Moyen	Nul	1	Forte	Caillou Pierre	Mauvais	2	3	4	Forêt résineux Cultures	Mauvais
430	3	0,15	20,05	0,05	30	Faible	Plat courant	Moyen	Nul	1	Forte	Bloc Pierre	Mauvais	1	4	3	Prairie Cultures	Mauvais
650	0	0,00	3,52	0,01	50	Moyen	Radier	Moyen	Nul	1	Moyenne	Caillou Pierre	Mauvais	2	3	1	Prairie Cultures	Mauvais
480	19	0,11	176,37	0,44	30	Fort	Plat lentique	Faible	Fort	5	Forte	Gravier Caillou	Bon	2	3	4	Prairie Cultures	Mauvais
300	5	0,11	46,88	0,12	80	Moyen	Plat lentique	Faible	Moyen	4	Moyenne	Bloc Gravier	Bon	0	2	2	Prairie Forêt feuillue	Moyen
450	0	0,00	3,45	0,01	30	Fort	Plat courant	Faible	Nul	1	Forte	Bloc Pierre	Mauvais	4	1	1	Prairie Forêt feuillue	Moyen
150	14	0,09	156,07	0,39	40	Moyen	Plat courant	Nul	Nul	1	Forte	Bloc Sable	Moyen	3	1	4	Prairie Forêt feuillue	Moyen
370	8	0,11	73,20	0,18	30	Fort	Plat courant	Faible	Faible	1	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	3	3	4	Prairie Forêt feuillue	Moyen
510	1	0,07	15,20	0,04	80	Moyen	Plat courant	Moyen	Nul	1	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	2	2	3	Prairie Forêt feuillue	Moyen
200	5	0,13	37,63	0,09	60	Moyen	Radier	Nul	Faible	1	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	1	3	1	Prairie Forêt feuillue	Moyen
460	18	0,07	245,12	0,61	80	Fort	Radier	Nul	Moyen	4	Moyenne	Sable Pierre	Moyen	4	1	3	Prairie Forêt feuillue	Moyen
160	5	0,15	33,25	0,08	60	Moyen	Plat courant	Nul	Nul	1	Forte	Bloc Pierre	Mauvais	4	2	3	Prairie Prairie	Moyen
470	0	0,00	3,44	0,01	30	Fort	Plat courant	Faible	Nul	1	Forte	Caillou Gravier	Bon	4	1	2	Prairie Prairie	Moyen
190	15	0,16	93,71	0,23	40	Moyen	Radier	Faible	Nul	1	Forte	Caillou Sable	Moyen	3	0	3	Prairie Prairie	Moyen
210	6	0,16	38,31	0,10	60	Moyen	Mouille	Moyen	Faible	1	Forte	Dalle Sable	Moyen	4	2	2	Prairie Prairie	Moyen
660	0	0,00	3,46	0,01	40	Moyen	Radier	Fort	Faible	2	Forte	Gravier Caillou	Bon	4	3	4	Prairie Prairie	Moyen
390	6	0,16	37,53	0,09	40	Moyen	Plat courant	Faible	Nul	1	Forte	Pierre Caillou	Mauvais	2	3	2	Prairie Prairie	Moyen
310	2	0,12	16,00	0,04	80	Moyen	Plat lentique	Nul	Fort	4	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	2	1	3	Prairie Prairie	Moyen
320	16	0,12	133,47	0,33	60	Faible	Plat lentique	Faible	Moyen	4	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	3	4	3	Prairie Prairie	Moyen
500	2	0,13	15,61	0,04	50	Moyen	Plat courant	Faible	Nul	1	Moyenne	Sable Caillou	Moyen	2	3	2	Prairie Prairie	Moyen
100	8	0,11	72,74	0,18	100	Fort	Plat courant	Nul	Nul	1	Forte	Dalle Sable	Moyen	4	1	2	Zone urbanisee Forêt feuillue	Moyen
120	35	0,12	290,65	0,73	30	Faible	Plat courant	Faible	Nul	1	Forte	Pierre Caillou	Mauvais	2	2	3	Zone urbanisee Forêt feuillue	Moyen
260	5	0,13	37,47	0,09	60	Moyen	Radier	Faible	Faible	2	Forte	Dalle Gravier	Bon	1	2	4	Zone urbanisee Forêts résineux	Mauvais
670	0	0,00	3,49	0,01	100	Faible	Plat lentique	Nul	Moyen	3	Forte	Sable Pierre	Moyen	1	0,1	1	Zone urbanisee Prairie	Mauvais

Tableau 2.

Résultats des estimations suite à la modélisation N-Mixture en Bayésien (LNE & PNR ML, 2014).

Code tronçon	Nb ind passage 1 (juin 2014)	Nb ind passage 2 (juil. 2014)	Nb ind passage 3 (août 2014)	Max d'obs au cours des 3 passages	ID site	Taux delectabilité	Mean (abondance estimée)	Mean (Densité estimée au m²)	Standard dev.	2.5%	25.0%	50.0%	75.0%	97.5%	Rhat
230	0	0	0	0	N[18]	0,00%	3	0,009	7,27	0	0	1	4	22	1,10
470	0	0	0	0	N[40]	0,00%	3	0,009	7,32	0	0	1	4	22	1,08
90	0	0	0	0	N[25]	0,00%	3	0,009	7,37	0	0	1	4	22	1,11
450	0	0	0	0	N[33]	0,00%	3	0,009	7,47	0	0	1	4	22	1,10
660	0	0	0	0	N[43]	0,00%	3	0,009	7,38	0	0	1	4	22	1,09
670	0	0	0	0	N[51]	0,00%	3	0,009	7,61	0	0	1	4	22	1,11
10	0	0	0	0	N[9]	0,00%	3	0,009	7,99	0	0	1	4	22	1,12
80	0	0	0	0	N[16]	0,00%	3	0,009	7,76	0	0	1	4	22	1,12
490	0	0	0	0	N[23]	0,00%	3	0,009	7,91	0	0	1	4	22	1,13
650	0	0	0	0	N[30]	0,00%	4	0,009	8,05	0	0	1	4	22	1,13
60	0	1	0	1	N[17]	13,50%	7	0,019	11,82	1	2	4	8	39	1,01
440	0	0	1	1	N[21]	13,46%	7	0,019	11,79	1	2	4	8	39	1,01
30	1	0	0	1	N[8]	13,27%	8	0,019	12,42	1	2	4	8	39	1,01
640	0	1	0	1	N[4]	13,22%	8	0,019	12,74	1	2	4	8	40	1,01
20	0	0	1	1	N[10]	13,05%	8	0,019	14,33	1	2	4	8	40	1,01
380	0	2	0	2	N[14]	16,99%	12	0,029	16,80	2	3	6	13	56	1,01
420	0	2	0	2	N[3]	16,93%	12	0,030	17,09	2	3	6	13	57	1,01
510	1	1	1	1	N[36]	6,58%	15	0,038	22,67	1	4	8	17	77	1,01
40	1	2	0	2	N[19]	12,87%	16	0,039	22,33	2	4	8	18	75	1,01
500	1	2	0	2	N[46]	12,81%	16	0,039	22,35	2	4	8	18	76	1,01
530	0	2	1	2	N[5]	12,78%	16	0,039	22,73	2	4	8	18	76	1,01
310	2	1	0	2	N[47]	12,50%	16	0,040	25,59	2	4	8	18	77	1,02
250	0	2	2	2	N[27]	10,20%	20	0,049	27,19	2	5	11	22	95	1,01
430	1	3	0	3	N[29]	14,97%	20	0,050	27,28	3	6	11	23	94	1,02
270	1	3	0	3	N[7]	14,90%	20	0,050	27,48	3	6	11	23	95	1,02
360	1	3	0	3	N[22]	14,86%	20	0,050	27,77	3	6	11	23	95	1,02
550	0	4	0	4	N[11]	19,32%	21	0,052	26,52	4	7	12	23	94	1,02
70	3	2	1	3	N[15]	10,58%	28	0,071	38,44	3	8	16	33	136	1,02
180	3	1	2	3	N[1]	10,49%	29	0,072	38,85	3	8	16	33	137	1,01
50	2	2	2	2	N[20]	6,91%	29	0,072	43,69	2	7	15	33	139	1,01
540	1	3	2	3	N[6]	10,34%	29	0,073	43,14	3	8	16	33	139	1,02
400	1	5	1	5	N[2]	15,07%	33	0,083	42,79	5	10	19	38	153	1,02
160	1	1	5	5	N[39]	15,04%	33	0,083	43,59	5	10	19	38	154	1,02
260	3	5	0	5	N[50]	13,34%	37	0,094	49,53	5	11	21	43	174	1,02
390	2	6	0	6	N[44]	15,99%	38	0,094	47,74	6	12	21	43	173	1,02
200	1	2	5	5	N[37]	13,29%	38	0,094	49,76	5	11	21	44	176	1,02
210	1	6	1	6	N[42]	15,66%	38	0,096	53,81	6	12	21	43	174	1,02
410	2	6	1	6	N[28]	14,26%	42	0,105	55,61	6	13	24	49	190	1,02
350	5	1	4	5	N[24]	10,86%	46	0,115	59,34	5	13	26	54	212	1,02
300	4	5	1	5	N[32]	10,67%	47	0,117	63,51	5	13	26	54	220	1,02
340	4	7	2	7	N[26]	11,83%	59	0,148	74,32	8	17	34	70	272	1,02
100	1	7	8	8	N[48]	11,00%	73	0,182	96,74	9	21	41	84	340	1,02
370	4	8	4	8	N[35]	10,93%	73	0,183	90,68	9	21	42	87	340	1,02
190	7	0	15	15	N[41]	16,01%	94	0,234	110,09	16	31	55	110	427	1,02
320	9	16	5	16	N[45]	11,99%	133	0,334	157,43	18	40	78	158	619	1,02
150	12	8	14	14	N[34]	8,97%	156	0,390	199,87	16	44	89	185	727	1,02
480	9	19	12	19	N[31]	10,77%	176	0,441	205,66	22	52	105	215	776	1,02
280	18	16	11	18	N[13]	8,85%	203	0,508	252,37	21	58	118	245	949	1,02
460	18	18	17	18	N[38]	7,34%	245	0,613	329,33	22	67	139	288	1124	1,02
120	15	17	35	35	N[49]	12,04%	291	0,727	340,18	40	88	171	346	1356	1,02
290	53	64	51	64	N[12]	8,79%	728	1,820	865,56	75	207	429	878	3395	1,02
total N							2974	0,146	3366,55	455	950	1792	3575	14040	1,02
alpha.lam							2,5367		0,86	1,195	1,859	2,436	3,112	4,44	1,01
beta							-2,1404		1,00	-4,229	-2,839	-2,1	-1,382	-0,4038	1,02
mean.N							58,3093		66,01	8,922	18,63	35,14	70,1	275,3	1,02
mean.det	15,57%						0,1557		0,12	0,0159	0,06188	0,1231	0,2277	0,4256	1,02
sd.lam							1,5814		0,24	1,165	1,413	1,562	1,729	2,11	1,00
sd.p							0,7146		0,32	0,3262	0,5024	0,6312	0,8342	1,578	1,00
fit							86,5031		20,86	44,6	72,49	87,63	100,9	125,6	1,00
fit.new							80,5761		18,05	44,65	68,52	81,07	92,76	115,5	1,00
deviance							425,2300		36,55	333,1	407,7	432,5	450,2	479	1,00

La probabilité de détection individuelle des moules est comprise entre 0,00 % et 19,32 % selon les sites et les passages. Avec un effort de prospection de trois passages de 30 minutes sur 400 m², nous détectons en moyenne et à chaque passage 15,57 % des individus présents.

Concernant les corrélations entre la

détectabilité et les paramètres hydro-morphologiques, la **Figure 8** illustre la baisse de la détectabilité lorsque la profondeur du cours d'eau dépasse 80 cm. Dans une moindre mesure (écarts types partiellement superposés), un ombrage fort semble également faire chuter la détectabilité.

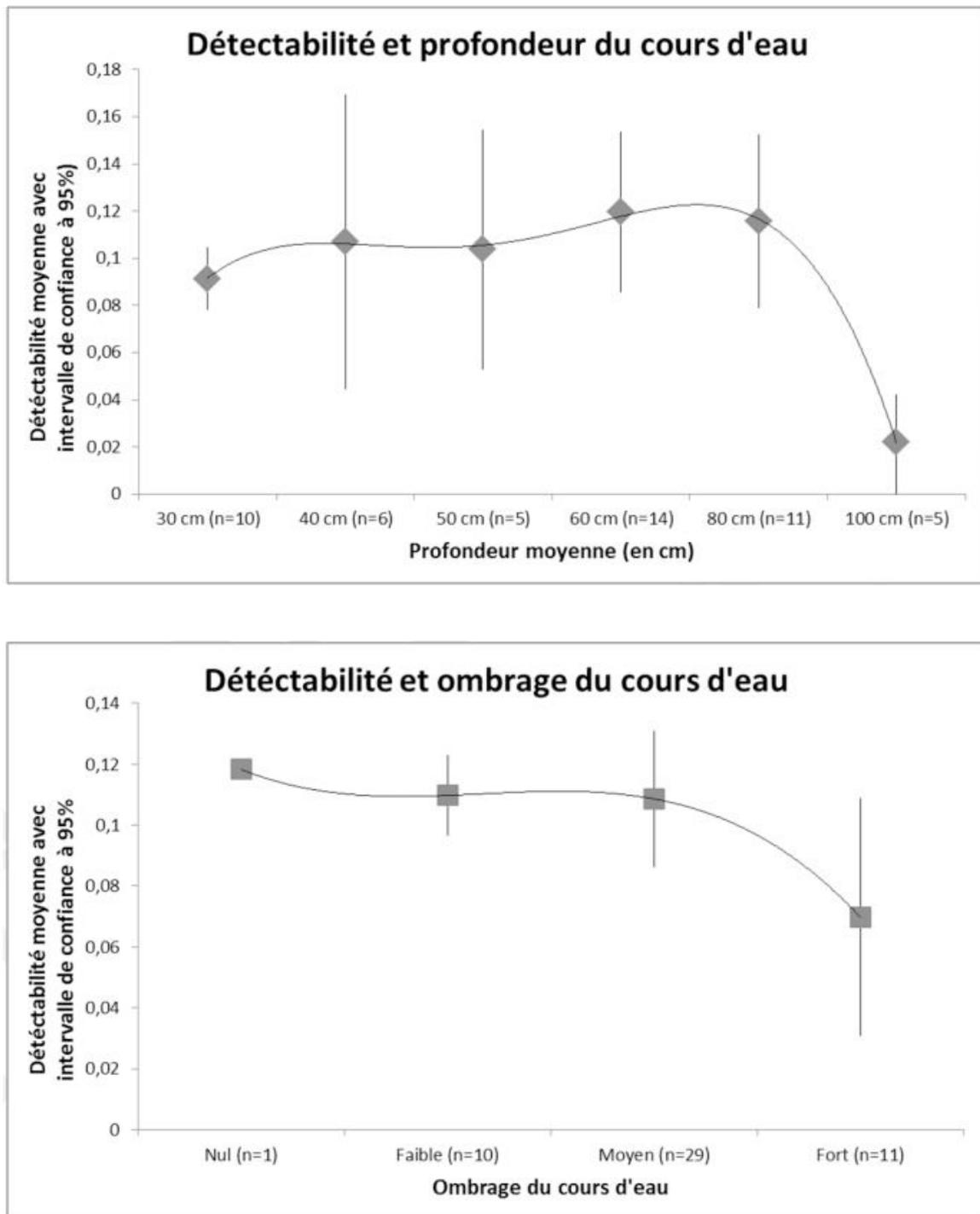


Figure 8. Effet de la profondeur (en haut) et de l'ombrage (en bas) sur la détectabilité.

c. Abondance et densité

Il y a plus de 95 % de chance de trouver entre 177 et 255 individus lors d'un passage sur les tronçons d'étude alors que le cumul des observations permet d'affirmer qu'il y a eu au moins 321 individus distincts observés au cours des trois passages.

Lors de chaque passage, nous avons compté successivement 188, 254 et 205 individus vivants. Le modèle nous indique quant à lui que l'abondance réelle est de l'ordre de 2974 individus vivants (avec un intervalle de confiance à 95 % très large compris entre 455 et 14040) sur ces 51 sites.

Les densités par site sont donc comprises entre 0,9 et 182 individus vivants sur 100 m², avec une moyenne de 14,6. Les 10 sites pour lesquels aucune observation n'a été faite présentent des densités inférieures à 1 individu sur 100 m². La **Figure 9** illustre le fait que la détectabilité est optimale pour des densités ni trop faibles ni trop fortes.

Nous avons recherché les corrélations entre l'abondance moyenne par site et les paramètres hydro-morphologiques relevés. Aucun effet du substrat, du colmatage, ou encore du faciès n'a pu être observé sur l'abondance.

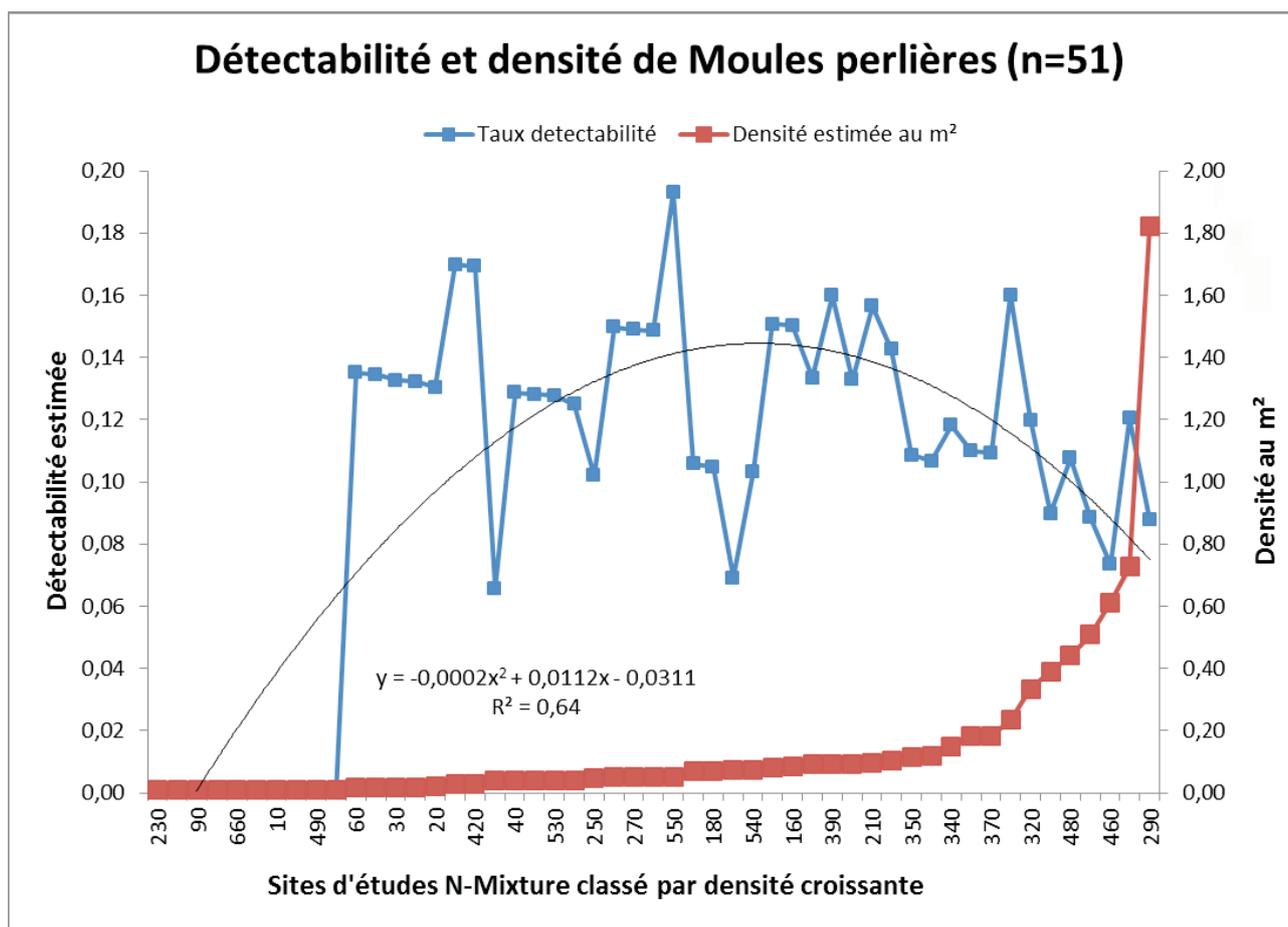


Figure 9.

Corrélation entre détectabilité et densité de Moules perlières (n= 51).

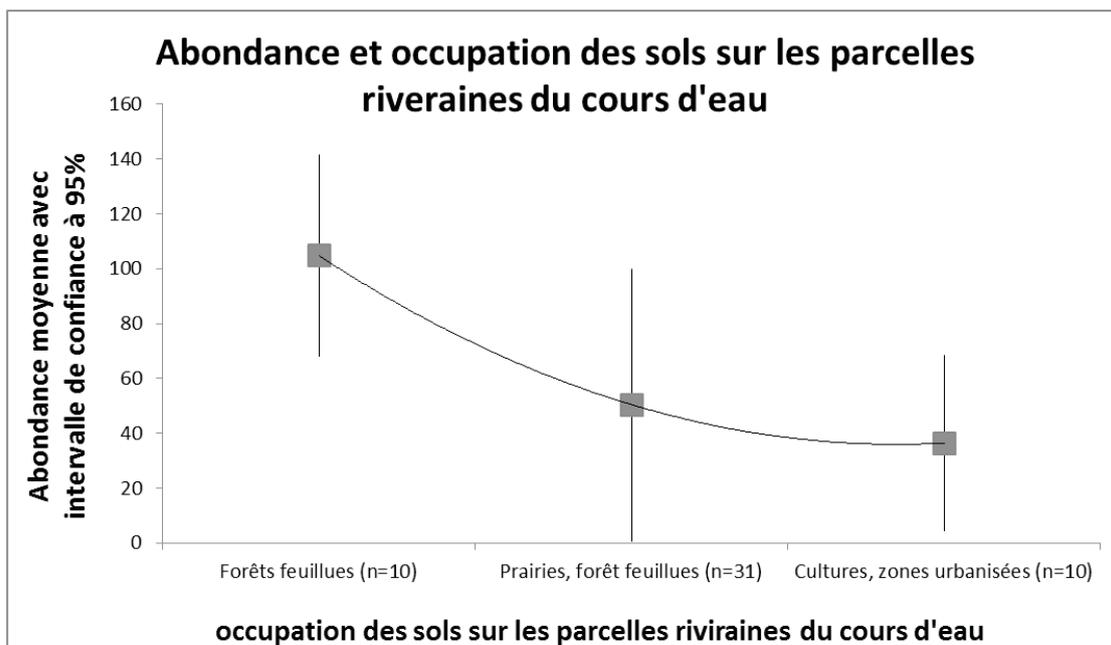


Figure 10.

Effet de l'occupation des sols sur l'abondance de Moules perlières.

La **Figure 10** illustre la seule relation observée selon laquelle les Moules perlières seraient plus abondantes dans les secteurs de forêts feuillues et de prairies, que dans les secteurs de grandes cultures et les secteurs urbanisés.

Discussion

La présente étude avait deux objectifs qui ont été atteints :

- réaliser une première estimation de population de Moule perlière sur un hotspot de la Vienne Amont, avec un protocole et une méthode reproductibles ;
- vérifier l'hypothèse selon laquelle un inventaire au bathyscope induit une sous-estimation des populations présentes, notamment en lien avec la détectabilité de l'espèce, qui ne peut être prise en compte dans ce contexte.

En complément, nous avons également exploré des variables influençant la détectabilité et la répartition de l'espèce sur les sites.

a. Estimation de population et détectabilité

Cette estimation présente des limites : biais observateur (trois observateurs distincts), phénomène d'enfouissement au cours du suivi... La fourchette très large de l'estimation illustre ces biais. Pour tenter d'y pallier, nous avons rendu la détectabilité et l'abondance variables dans notre modèle, permettant théoriquement à ce dernier de prendre en compte les individus ayant passé une partie du suivi enfouis. Un travail de modélisation plus précis de la détectabilité et des variations d'abondance entre les sites pourrait permettre d'affiner ces estimations.

Pour les seuls individus vivants, à partir d'une abondance observée sur les 51 sites de 321 individus vivants distincts, et d'un taux d'occupation des sites de 80,39 %, le modèle prédit une abondance estimée de 2974 individus (455 – 14040, avec un intervalle de confiance fixé à 95 %) et un taux d'occupation des sites de 99,99 %.

Avec un effort de prospection de 30 minutes sur 400 m², le modèle nous indique que nous détecterions

en moyenne, lors d'un unique passage au bathyscope, 15,57 % des individus présents (en surface et enfouis). Ce taux de détectabilité très faible, apparaît assez cohérent avec plusieurs études menées uniquement sur les individus visibles (VRIGNAUD & LABORDE, 2017), par la méthode de Capture Marquage Recapture (CMR ; OTIS *et al.*, 1978).

Avec le même effort de prospection que dans la présente étude, nous avons réalisé 10 sessions de CMR avec 9 observateurs expérimentés sur trois cours d'eau du Limousin (Vienne, Méouzette et Dronne), et avons obtenu une détectabilité moyenne de 28 %.

En doublant cet effort de prospection (12 autres sessions de CMR), nous atteignons 36 % de détection. Vrignaud et Laborde (2017) obtiennent côté Auvergnat des taux de détection entre 0,24 (*Unio mancus*) et 0,34 (*Unio crassus*) sur les cours d'eau de l'Allier, avec un effort de prospection fluctuant.

En comparant ces études, les résultats de la présente étude apparaissent cohérents, du fait notamment que le modèle intègre les individus qui se seraient enfouis d'un passage à l'autre, entre juin et août 2014. La proportion d'individus enfouis au moins une fois au cours des trois passages avoisinerait alors les 50 %.

b. Problématique de l'enfouissement

Dans le cadre de cette étude, les individus potentiellement restés enfouis tout au long des trois passages n'ont pas pu être intégrés au modèle.

Hors, un taux d'individus enfouis compris entre 24 et 61 % a été observé en Normandie sur la Moule perlière (BEAUFILS, 2012) sur trois sites d'étude et sur une période s'étalant de fin mai à fin juillet 2011, établi par la méthode de Capture Marquage Recapture.

D'après Cucherat (2014), concernant la Mulette méridionale (*Unio mancus*), la Mulette épaisse (*Unio crassus*), la Mulette des rivières (*Potomida littoralis*) et la Mulette des peintres (*Unio pictorum*), des taux d'enfouissements compris entre 8,3 et 100 % ont été observés par des excavations de sédiments, variant selon l'espèce et le cours d'eau étudié.

Ne souhaitant pas travailler avec des méthodes intrusives telles que l'excavation de sédiments, en complément du présent protocole, nous pourrions envisager d'étudier l'enfouissement sur la Vienne par Capture Marquage Recapture durant plusieurs mois (en parallèle du suivi N-mixture), comme l'a fait Beaufils en Normandie, afin de confirmer la pertinence de notre modèle.

c. Variables influençant l'abondance et la détectabilité

Nous n'avons pas pu mettre en évidence d'effet du substrat, du colmatage, ou encore du faciès sur l'abondance, ce qui peut s'expliquer par le fait que l'habitat est globalement favorable sur ce secteur. Nous pouvons aussi penser que les individus adultes de Moules perlières (espèce longévive, vivant aisément plus de 80 ans en Limousin) s'adaptent dans une certaine mesure à leur milieu au fil du temps, alors que les juvéniles ont besoin d'un milieu très propice à leurs développements, notamment lors de leur installation sur un secteur, les premières années, en phase enfouie.

Concernant la détectabilité, nous avons pu montrer un effet de la profondeur, et dans une moindre mesure, de l'ombrage, ces deux variables faisant chuter notre capacité à observer les mulettes. Ce résultat, plutôt logique, conforte les limites liées aux dénombrements des Moules perlières, notamment dans des eaux profondes, dans lesquelles la visibilité devient très mauvaise.

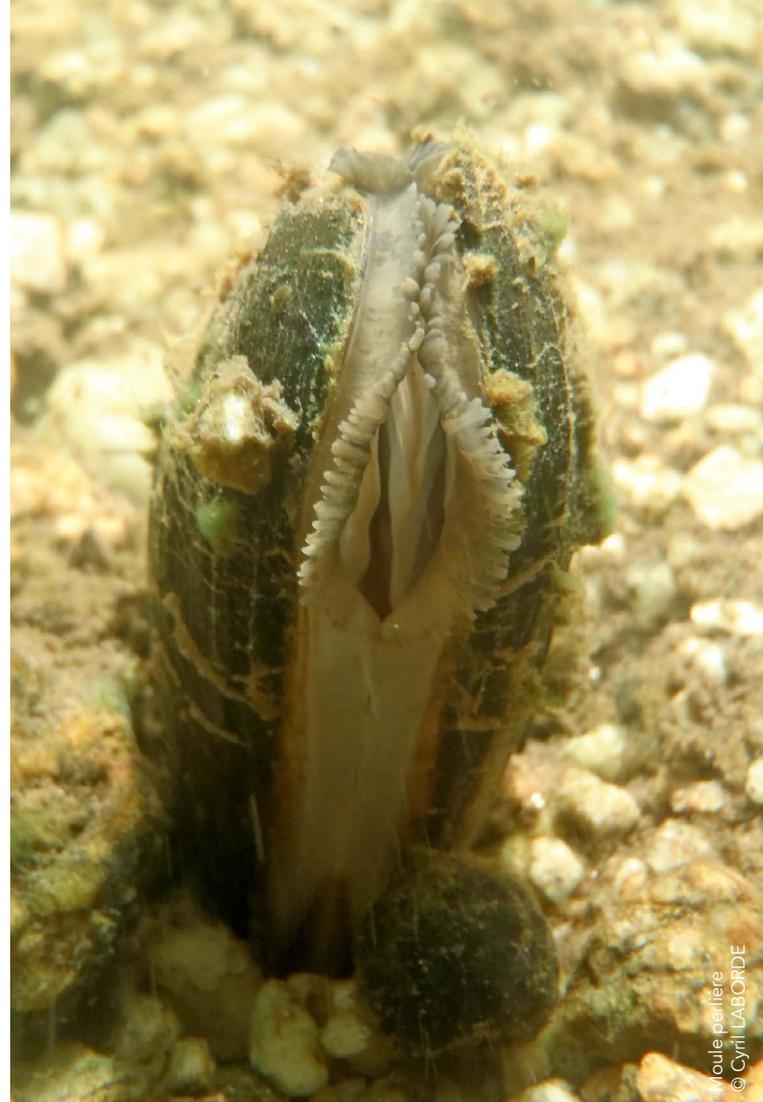
Conclusion

Notre étude a permis d'estimer l'abondance de Moules perlière sur notre échantillonnage à 2974 individus soit une moyenne de 0,146 individu au m² (de 0,009 et 1,82 selon les sites). Lors d'un passage sur 51 sites, nous avons confirmé la présence de l'espèce sur 52 à 72 % des sites. Les trois passages ont permis d'observer un taux d'occupation supérieur à 80 %. D'après le modèle, 100 % des sites seraient occupés par l'espèce sur la zone d'étude.

Concernant l'abondance, sur un cours d'eau large et avec un opérateur unique réalisant trois passages répétés, la détectabilité de l'espèce reste très faible, et **l'opérateur n'observe qu'entre 0 et 19 %** des individus présents d'après notre modèle. Ceci induit des intervalles de confiance très larges sur les estimations d'abondance.

Cette étude illustre l'importance de la mise en place de comptages répétés pour tout dénombrement de moulette. Il paraît incontournable de prendre en compte la détectabilité dans le suivi de population de moulette, l'observateur ne contactant qu'une petite part des individus présents. Il en va de même pour réaliser des états initiaux, dans le cadre d'évaluation environnementale par exemple, ou encore des suivis de travaux, en vue de mesurer leurs effets.

Seul des modèles statistiques robustes permettent d'estimer et de suivre dans le temps la dynamique de population d'une espèce comme la Moule perlière, mais aussi d'observer les phénomènes d'extinction et de colonisation. Ces modélisations restent complexes et peu précises, et devront donc être approfondies.



Moule perlière
© Cyril LABORDE

Remerciements

Un grand merci à Limousin Nature Environnement pour avoir permis la réalisation de ce travail, en accueillant Cloé MARCILLAUD en stage notamment, Frédéric LAGARDE, Gilles BARTHELEMY, ainsi qu'aux membres de la Société Limousine d'Etude des Mollusques (SLEM) et du Groupe Mulette.

Merci enfin aux relecteurs, Pascal DUBOC et Gabriel METEGNIER, ainsi qu'à Angélique MOREAU et Michel BARATAUD pour la valorisation de ce travail.

Bibliographie

ARCHAMBAUD, G., L. GIORDANO & B. DUMONT. 2005. Description du substrat minéral et du colmatage. Note technique. Cemagref Aix-en-Provence, UR Hydrobiologie.

BEAUFILS, B. 2012. Suivi de populations de Mulette perlière par CMR. Présentation du PNR Normandie Maine lors des rencontres interrégionales à Nedde (87) du 22/11/2012.

BESNARD, A. & J.M. SALLES. 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62 p.

Biotope, 2011. Plan National d'Action en faveur de la Mulette perlière, *Margaritifera margaritifera* 2012 - 2017. 80 p.

COCHET, G. 2004. La Moule perlière et les nayades de France. Histoire d'une sauvegarde. Christian Bouchardy, Nohanent, 32 p.

CUHERAT, X. 2014. Quand les Mulettes se cachent lorsque l'on veut les compter. Poster présenté au Colloque International sur la conservation de la Moule perlière à Brest, le 27 novembre 2014. Biotope.

HINES, J. E. 2006. PRESENCE. Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS Patuxent Wildlife Research Center.

KUEHN R. & J. GEIST. 2014. Analyses génétiques de 8 populations de moules perlières (*Margaritifera margaritifera*) et analyse du substrat des rivières de la région Limousin (France). Rapport d'étude pour ASF et LNE. 23 p.

LABORDE, B. (2011). « Structure et dynamique de population de la Mulette perlière (*Margaritifera margaritifera*) sur la haute vallée de la Vienne ». *Revue Epops n° 82 - La revue des naturalistes du Limousin*. pp. 24-48.

ONEMA. 2009. Note méthodologique de localisation et de caractérisation des cours

d'eau à *Margaritifera margaritifera* dans le Massif Central V1. 125 p.

OTIS, D., L., K. P. BURNHAM, G.C. WHITE & D.R. ANDERSON. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs*, 62.

PRA, 2017. Bilan annuel du Plan Régional d'Action en faveur de la Moule perlière en Limousin. Version provisoire.

ROYLE, J. A. 2004. N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics*, pp 108-115.

VRIGNAUD, S., 2005. La Moule Perlière (*Margaritifera margaritifera*). Synthèse bibliographique (au 01/07/2005). 24p.

VRIGNAUD S. & C. LABORDE. 2017. « Suivi de population, détectabilité et méthode de prospection des mulettes ». Présentation aux journées d'échanges sur la Moule perlière dans le Massif Central. 20 diapo – non publié.

YOUNG, M. & J. WILLIAMS. 1984. The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. II. *Laboratory Studies*. *Arch. Hydr.* 100: 29-43.

Pour citer cet article :

LABORDE, C., D. NAUDON, C. MARCILLAUD & A. BESNARD. 2019. Étude de la dynamique de population de la Moule perlière sur la Vienne par des modèles d'abondance à mélange N-mixture. *Plume de Naturalistes* 3 : 123-138.

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes : www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Annexe 1

Fiche terrain de diagnostic hydromorphologique

Fiche terrain : diagnostic hydromorphologique des cours d'eau

A l'échelle de tronçons écologiquement homogènes

Données générales		
Observateur : _____	Date : ___ / ___ / _____	Protocole : _____
Condition : <input type="checkbox"/> Basses eaux	<input type="checkbox"/> Moyennes eaux	<input type="checkbox"/> Hautes eaux
Nébulosité (de 0 à 8) : <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8	0 : ouvert (0% nébulosité) ; 8 : 100% de couverture	
Code tronçon : _____	Nom cours d'eau : _____	
Commune : _____	Pt GPS aval (photo): _____	Pt GPS amont (photo): _____
	Heure début : _____	Heure fin : _____

Hydrologie
Largeur moyenne : _____
Facès d'écoulement : <input type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Mouille <input type="checkbox"/> Plat lentique <input type="checkbox"/> Plat courant <input type="checkbox"/> Radier <input type="checkbox"/> Rapide <input type="checkbox"/> Chute <input type="checkbox"/> Radier-plat <input type="checkbox"/> Radier-mouille <input type="checkbox"/> Rapide-plat <input type="checkbox"/> Rapide-mouille
Hauteur d'eau moyenne : _____

Berges
Végétation rivulaire : <input type="checkbox"/> Herbacée <input type="checkbox"/> Arbustive <input type="checkbox"/> Arborée feuillue <input type="checkbox"/> Arborée résineux (Dominante)
Ombrage : <input type="checkbox"/> Nul (0%) <input type="checkbox"/> Faible (<25%) <input type="checkbox"/> Moyen (25-50%) <input type="checkbox"/> Fort (>50%)
Hauteur moyenne de berge : _____
Pente des berges : <input type="checkbox"/> Surplomb <input type="checkbox"/> Verticale <input type="checkbox"/> Inclinée (~45°) <input type="checkbox"/> « Lisse »
Nature des berges : <input type="checkbox"/> Roche mère <input type="checkbox"/> Bloc <input type="checkbox"/> Pierre/galet <input type="checkbox"/> Gravier <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Tourbe <input type="checkbox"/> Limon <input type="checkbox"/> Béton <input type="checkbox"/> Enrochement <input type="checkbox"/> Palleplanche <input type="checkbox"/> Remblais <input type="checkbox"/> Autre :
Stabilité des berges : <input type="checkbox"/> Nulle <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Forte

Lit
Substrat dom 1 : <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Gravier (0,2-2cm) <input type="checkbox"/> Caillou (2-6cm) <input type="checkbox"/> Pierre (6-25cm) <input type="checkbox"/> Blocs (>25cm) <input type="checkbox"/> Dalle
Substrat dom 2 : <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Gravier (0,2-2cm) <input type="checkbox"/> Caillou (2-6cm) <input type="checkbox"/> Pierre (6-25cm) <input type="checkbox"/> Blocs (>25cm) <input type="checkbox"/> Dalle
Recouvrement végétation aquatique : <input type="checkbox"/> Nul (0%) <input type="checkbox"/> Faible (<25%) <input type="checkbox"/> Moyen (25-50%) <input type="checkbox"/> Fort (>50%)
Colmatage : <input type="checkbox"/> Nul (0%) <input type="checkbox"/> Faible (<25%) <input type="checkbox"/> Moyen (25-50%) <input type="checkbox"/> Fort (>50%)
Classe colmatage : <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 (CEMAGREF - Archambaud et al., 2005)
% recouvrement atterrissement : _____

Parcelles riveraines
RD : <input type="checkbox"/> Cultures <input type="checkbox"/> Prairie fertilisée <input type="checkbox"/> Prairie non fertilisée <input type="checkbox"/> Zone urbaine <input type="checkbox"/> Forêts feuillues <input type="checkbox"/> Forêts résineux
RG : <input type="checkbox"/> Cultures <input type="checkbox"/> Prairie fertilisée <input type="checkbox"/> Prairie non fertilisée <input type="checkbox"/> Zone urbaine <input type="checkbox"/> Forêts feuillues <input type="checkbox"/> Forêts résineux

Commentaires :

Nouvelles stations de Crustacés Branchiopodes à l'ouest de l'Occitanie

Par **Sébastien ALBINET**¹, **Jérôme ROBIN**², **Amaury CALVET**³,
Jean-Michel CATIL⁴, **Aurélien COSTES**², **Pierre GRISVARD**⁴,
Patrice LUCCHETTA⁵, **Mathieu MENAND**⁴ & **Marien FUSARI**¹



Résumé

Les grands Branchiopodes ont fait l'objet de relativement peu d'attention à l'ouest de l'Occitanie. Mais depuis 2013, 18 nouvelles stations de grands Branchiopodes ont été découvertes dans les départements du Gers, de la Haute-Garonne, du Tarn et du Tarn-et-Garonne. Au moins 30 stations contemporaines de *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus* et *Lepidurus apus*, sont ainsi désormais connues à l'ouest de l'Occitanie. Il est fait le constat d'une réelle rareté des grands Branchiopodes sur ce secteur de la région et de menaces sur les stations connues. Un effort de prospection est à mener afin de répertorier de nouvelles populations et de contribuer à affiner le statut des espèces recensées.

Mots-clés

Branchiopodes, *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus*, *Lepidurus apus*, Gers, Haute-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne, Occitanie, France.

New localities of branchiopods (Crustacea, Branchiopoda) in the west of Occitania Region, France.

Abstract

Until recently, the large branchiopods have received little attention in the west of Occitania Region. Nonetheless since 2013, 18 new localities of large branchiopods were discovered in the departments of Gers, Haute-Garonne, Tarn, and Tarn-et-Garonne. At least 30 contemporary localities of *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus* and *Lepidurus apus* are currently known in the west of Occitania. We report the actual rarity of large branchiopods in this sector of the region as well as threats on the known localities. An effort in prospections is needed to record new populations and to contribute to refine the status of species encountered.

Keywords

Branchiopoda, *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus*, *Lepidurus apus*, Gers, Haute-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne, Occitania Region, France.

¹ Société des Sciences Naturelles de Tarn-et-Garonne / Ligue pour la Protection des Oiseaux du Tarn.
albinet.sebastien@gmail.com; marien.fusari@netcourrier.com

² GIMP / Société des Sciences Naturelles de Tarn-et-Garonne.
robin.jerome.32@gmail.com; costes.aurelien@gmail.com

³ Ligue pour la Protection des Oiseaux du Tarn.
amaury.calvet@lpo.fr

⁴ Nature en Occitanie (anciennement Nature Midi-Pyrénées). jm.catil@naturemp.org;
mathieumenand@yahoo.fr; pierre.grisvard@laposte.net

⁵ Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse.
Patrice.LUCCHETTA@toulouse-metropole.fr



Lepidurus apus
© Sébastien ALBINET

Introduction

La classe des Branchiopodes regroupe un groupe hétérogène de petits Crustacés spécialisés, qui vivent dans les collections d'eaux stagnantes continentales, douces ou salées, et plus ou moins temporaires (DEFAYE et al., 1998). Les termes de « grands Branchiopodes » désignent le regroupement arbitraire de tous les Branchiopodes à l'exception des Cladocères (comprenant notamment les Daphnies).

Du fait de leur discrétion relative et de leur apparition éphémère, ces animaux ont longtemps fait l'objet d'un faible nombre de signalements par la plupart des naturalistes. À l'ouest de l'Occitanie, sur le territoire de l'ancienne région Midi-Pyrénées, les grands Branchiopodes sont ainsi très peu connus. Pourtant, cette région présente un aspect historique important. Ainsi, *Chirocephalus diaphanus* a été décrit en 1803 dans les environs de Montauban, où de nombreux spécimens furent récoltés notamment dans « les petites mares vaseuses » ; « les ornières des chemins vicinaux » ou « des fossés » (PRÉVOST, 1803).

D'autre part, la première description en Europe de l'ouest du très rare *Cyzicus tetracerus* a été faite dans les bois de Balma, en périphérie de Toulouse (JOLY, 1842 ; LAHILLE, 1888).

Toutefois, deux publications ont fait part en 2010 d'un regain d'intérêt envers ce groupe par des naturalistes locaux. La première (ALBINET, 2010) fait état de la découverte d'une station de *Chirocephalus diaphanus* sur la commune de Saint-Antonin-Noble-Val, premier signalement de grand Branchiopode dans le département du Tarn-et-Garonne depuis au moins 60 ans. La seconde (TESSIER, 2010) relatait le recensement de 13 stations de *Chirocephalus diaphanus* et/ou *Lepidurus apus* en Haute-Garonne, à proximité de Toulouse.

Le présent article vise à porter à connaissance des nouvelles stations ou des observations récentes de trois espèces dans le nord de la Haute-Garonne, dans le nord du Gers, dans le Tarn et le Tarn-et-Garonne : *Branchipus schaefferi*, *Chirocephalus diaphanus* et *Lepidurus apus*.

Matériel et méthode

Les recherches se sont déroulées de la fin de l'hiver (fin février) au milieu de l'été (début août), généralement dans les deux semaines suivant un ou plusieurs épisodes pluvieux importants permettant la mise en eau des pièces d'eau prospectées. Aucun territoire spécifique n'a été ciblé hormis sur la commune de Plaisance-du-Touch. Les prospections ont été en effet réalisées au gré des opportunités ou des découvertes d'ornières, de dépressions naturelles, de mares ou de fossés en eau. Sur la commune de Plaisance-du-Touch, c'est un repérage des fossés sur les cartes IGN Top 25 et l'envie de retrouver *Lepidurus apus*, qui a guidé nos prospections.

Les recherches ont toutes été réalisées de jour, à vue et/ou à l'aide d'une épuisette permettant la capture et la bonne identification des espèces concernées. Toutes les stations recensées ont été géolocalisées sur le terrain à l'aide d'un GPS.

Résultats

A - *Branchipus schaefferi* (FISCHER, 1934)

1. Connaissances antérieures

À l'ouest de la région Occitanie, cette espèce était jusqu'à présent connue uniquement « dans les reliefs des Pyrénées », sans plus de précisions (DEFAYE et al., 1998). TESSIER (2010) n'avait quant à lui pas observé *Branchipus schaefferi* lors d'inventaires ciblés menés en 2009 dans la plaine toulousaine. Plus à l'est, les stations les plus proches sont situées dans la moitié est de l'Aveyron (Saint-Affrique ; Millau ; Cornus) ou sur le littoral des Pyrénées-Orientales (Opoul-Périllos ; Villelongue-dels-Monts) (ONEM, 2018).

2. Nouvelles données acquises

Deux stations ont été découvertes dans la plaine de la Garonne : l'une à St-Nicolas-de-la-Grave dans le Tarn-et-Garonne et l'autre à Blagnac en Haute-Garonne. Les données recueillies sont synthétisées dans le **Tableau n°1** et les dates d'observations dans la **Figure 1**.

Tableau 1. Nouvelles données de *Branchipus schaefferi*

Station	Commune, « lieu-dit »	Effectif min observé	Nombre et type de points d'eau	Observateur(s), date
1	St-Nicolas-de-la-Grave (82)	40	2 ornières	Robin J., le 14/06/2013
		1750	5 ornières	Albinet S. & Monredon M., le 16/05/2017
2	Blagnac (31), « les Quinze Sols »	452	18 ornières	Albinet S., les 21 et 28/06/2016
		565	17 ornières	Albinet S., le 02/08/2016
		409	15 ornières	Albinet S., Robin J. & Fusari M., le 15/04/2018

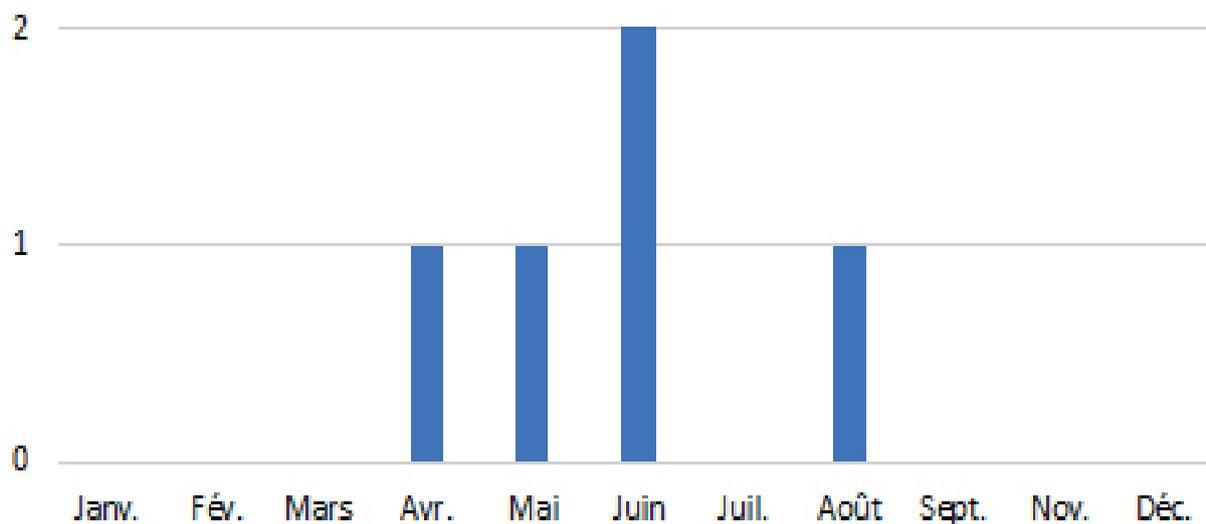


Figure 1. Histogramme des nouvelles données de *Branchipus schaefferi* (en abscisse : mois d'observation ; en ordonnées : nombre de données)



- **Station n°1 : St-Nicolas-de-la-Grave (82)**

La station de St-Nicolas-de-la-Grave est située au niveau des ramiers¹ en rive gauche de la Garonne, à hauteur de la confluence Garonne-Tarn (pas de lieu-dit indiqué sur les cartes IGN pour ce secteur). Les points d'eau abritant *Branchipus schaefferi* correspondent à des ornières peu profondes (jusqu'à 20 cm de profondeur) situées à proximité immédiate de la Garonne sur des pistes carrossables. Les véhicules sont rares sur ce secteur, mais les populations de *Branchipus schaefferi* en place sont probablement impactées régulièrement par les passages de véhicules (pêcheurs, promeneurs, ornithologues...). Il est d'ailleurs intéressant de constater que *Branchipus schaefferi* n'ait été observé que depuis 2013 sur ce site, alors que les points d'eau qui l'abritent sont situés pour le plus proche à quelques mètres de l'observatoire ornithologique du « plan d'eau » de St-Nicolas-de-la-Grave, fréquenté depuis plus de 20 ans par de nombreux ornithologues et naturalistes.

Au moins cinq ornières différentes abritant *Branchipus schaefferi* ont été recensées. Au moins 1500 individus mâles et femelles étaient présents dans l'une d'entre elles en 2017. Si aucune autre espèce de grand Branchiopode n'a été observée sur ce site, *Chirocephalus diaphanus* a été recensé dans une ornière située à plus de 700 mètres, sur la commune de Castelsarrasin (cf. infra : station n° 9 de *Chirocephalus diaphanus*).

- **Station n°2 : Blagnac (31), « les Quinze Sols »**

À l'instar de la station de St-Nicolas-de-la-Grave, la station du site des Quinze Sols est localisée au niveau de ramiers¹ en rive

gauche de la Garonne. Sur cette station, *Branchipus schaefferi* a été trouvé dans plus de 40 ornières différentes, soit un nombre très important de points d'eau abritant l'espèce, pour au minimum 1000 individus.

Les inventaires n'étant pas exhaustifs, les populations présentes sont certainement bien plus importantes. L'inventaire a en effet consisté essentiellement à valider la présence ou non de Branchiopodes dans des ornières, parfois très turbides (la présence de *Branchipus schaefferi* n'a pu parfois être constatée que grâce à une pêche aveugle à l'épuisette). Ces ornières présentaient des tailles (de quelques dizaines de cm² à plus d'une vingtaine de m²) et des profondeurs (de quelques cm à plus de 30 cm) très variables.

Ces ornières sont toutes situées sur un terrain dédié à la pratique du 4x4. Cette activité maintient et développe le nombre d'ornières favorables à *Branchipus schaefferi* sur ce secteur. Lorsque les véhicules roulent dans une ornière contenant des œufs de cet Anostracé, ils arrachent des bouts de terre contenant ces œufs qui sont ensuite disséminés, via le bas de carrosserie, les roues ou le crantage des pneus dans d'autres points d'eau favorables, d'où un nombre important de pièces d'eau abritant *Branchipus schaefferi*.

Aucune autre espèce de Branchiopode n'a été observée dans ces points d'eau. De nombreuses ornières abritaient par contre de potentiels prédateurs de Branchiopodes : Dytiques ; Gerris ; larves de Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*)...

Le dernier passage a permis d'ailleurs d'observer quelques comportements qui mériteraient d'être mieux étudiés,

¹ Un ramier désigne dans la grande région toulousaine un espace naturel en bordure de la Garonne, généralement en partie ou intégralement boisé.

vu la pauvreté de la littérature sur les Branchiopodes. Nous avons pu observer régulièrement des « harems » de femelles et des mâles qui gravitaient autour de ces rassemblements. Certains mâles « tapotaient » le sac ovigère des femelles, prémices d'un comportement reproducteur. Certains mâles semblaient aussi entrer en concurrence pour une femelle. Dans une population, nous avons pu voir une variabilité importante de taille d'individus. Est-ce qu'il y a chez ces animaux, comme dans d'autres exemples du règne animal, un atout positif pour les grands mâles ?

B - *Chirocephalus diaphanus* (PRÉVOST, 1803)

1. Connaissances antérieures

Sur le territoire de l'ancienne région Midi-Pyrénées, DEFAYE *et al.* (1998) mentionnent la présence de *Chirocephalus diaphanus* en zone de montagne et en plaine : sud des

Hautes-Pyrénées ; région toulousaine ; sud-est du Tarn-et-Garonne ; est de l'Aveyron. Selon ces auteurs, c'est l'espèce d'Anostracé la plus fréquente de France et certainement également de l'ouest de la région Occitanie. En effet, depuis le début du siècle, l'espèce a été observée sur la commune de Saint-Antonin-Noble-Val, lieu-dit « Poucessory » (ALBINET, 2010), dans la région toulousaine à l'aérodrome de l'Herm, à Léguevin, à Longages, sur les bords du Canal du Midi à Montgiscard, à Plaisance-du-Touch, à Fonsorbes et à la « ferme de Cinquante » à Ramonville (TESSIER, 2010) et dans le sud-est de l'Aveyron à Millau (ONEM, 2018).

2. Nouvelles données acquises

Treize stations (**Tableau 2**) ont été découvertes ou ont fait l'objet de nouvelles données dans le Gers, la Haute-Garonne et le Tarn-et-Garonne. Les dates d'observations sont rapportées dans la **Figure 2**.



Tableau 2. Nouvelles données de *Chirocephalus diaphanus*

Station	Commune, « lieu-dit »	Effectif min. observé	Nombre et type de points d'eau	Observateur(s), date
1	Lectoure (32), « Crabé »	30	1 fossé	Catil J.-M., le 01/04/2016
2	L'Isle-Jourdain (32)	150	3 fossés	Robin J., le 08/03/2013
		20	3 fossés	Robin J. & Costes A., le 02/04/2016
3	L'Isle-Jourdain (32)	10	1 ornière	Robin J., le 08/03/2013
4	Plaisance-du-Touch (31), « Chaubet »	300-400	1 fossé	Grisvard P., le 19/02/2014
5	Blagnac (31), aéroport	400	1 fossé	Robin J., le 15/04/2014
		600	1 fossé	Robin J., Albinet S. & Fusari M., le 15/04/2018
6	Muret (31), « Chaubet »	30	3 ornières	Lucchetta P., le 12/03/2018
7	Villemur-sur-Tarn (31), « Les Nauses »	4	1 fossé	Menand M., le 22/02/2013
8	Campsas (82), « Château Sépat »	1	1 zone humide temporaire	Grisvard P., le 14/04/2016
9	Castelsarrasin (82), « Fierard »	3	1 ornière	Robin J., le 25/02/2014
10	Castelsarrasin (82)	3	1 ornière	Robin J., le 14/04/2013
11	Escatalens (82), forêt d'Escatalens	10	1 ornière	Costes A., le 12/03/2014
12	Réalville (82)	4	1 ornière	Robin J., le 24/02/2014
13	St-Antonin-Noble-Val (82), « Poucessory »	6	2 mares temporaires	Albinet S., le 20/02/2013
		3	1 mare temporaire	Albinet S., Alquier D. & Fusari M., le 13/04/2013
		70	2 mares temporaires	Albinet S., Robin J. & Alquier D., le 08/03/2014
		50	1 mare temporaire	Albinet S., Alquier D., Robin J., Costes A. & Wauthier M., le 06/04/2015
		15	2 mares temporaires	Albinet S., le 01/04/2018

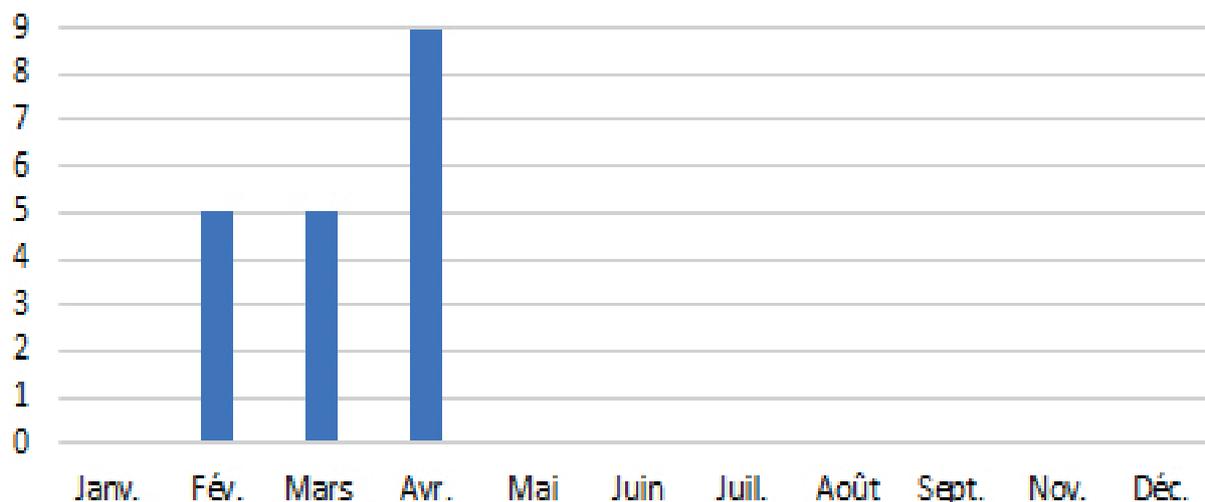


Figure 2. Histogramme des nouvelles données de *Chirocephalus diaphanus* (en abscisse : mois d'observation ; en ordonnées : nombre de données)

- **Station n°1 : Lectoure (32), « Crabé »**

Le site du Crabé, géré par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées (CEN MP), est disposé en rive gauche de la vallée du Gers, et connu notamment pour une densité très élevée de Jacinthes de Rome (*Bellevalia romana*), au sein d'une vaste prairie humide, parsemée de quelques mares. Une des parcelles agricoles cultivées voisine se trouve divisée longitudinalement par quatre fossés d'environ 400 m de long chacun. Une trentaine d'individus de l'espèce ont été détectés dans l'un d'eux, opération facilitée par une eau particulièrement limpide. La profondeur n'excédait pas 50 cm. Une ponte ancienne de Grenouille agile (*Rana dalmatina*) gisait à proximité immédiate.

Il convient de préciser que le linéaire prospecté a été réduit à quelques dizaines de mètres. Aussi, des investigations futures permettraient de procéder à une évaluation quantitative plus précise, qui potentiellement peut s'élever à plusieurs centaines d'individus, voire plus. Les mares gagneraient également à être prospectées.

En termes de conservation, la parcelle en question n'est malheureusement pas gérée par le CEN MP malgré plusieurs enjeux naturalistes au sein des fossés (P.-E. RECH, comm. pers.).

- **Station n°2 : L'Isle-Jourdain (32)**

Cette station correspond à un réseau de fossés plus ou moins connectés. Certains d'entre eux traversent une vaste prairie humide à Jacinthe de Rome (*Bellevalia romana*). En 2013, lors d'un premier inventaire, les effectifs étaient particulièrement importants et dépassaient largement les 150 individus (probablement plusieurs milliers d'individus vu le linéaire de fossés). Les fortes pluies du début d'année ont permis aux fossés d'inonder partiellement les prairies environnantes offrant de nombreux sites favorables au développement des branchiopodes. Ces derniers sont relativement profonds (environ un mètre) et possèdent une eau très limpide. Ils accueillent également des amphibiens comme le Triton palmé (*Lissotriton helveticus*). Les zones exondées abritent également un orthoptère localisé

dans la région : le Tétrix caucasien (*Tetrix bolivari*). En 2016, un autre passage n'a pas permis de retrouver les effectifs de Branchiopodes recensés en 2013. Les niveaux d'eau des fossés, bien plus bas qu'en 2013, sont peut-être à l'origine de cette diminution. Quelques écrevisses exotiques ont été également observées lors de ce dernier inventaire.

- **Station n°3 : L'Isle-Jourdain (32)**

Cette station est une simple ornière forestière située au milieu d'un chemin pédestre. Les effectifs recensés étaient particulièrement faibles et n'excédaient pas les dix individus. Cette station s'inscrit probablement dans un réseau plus important d'ornières et de fossés à proximité de la Save. Des prospections complémentaires mériteraient d'être engagées sur l'ensemble des zones humides du secteur.

- **Station n°4 : Plaisance-du-Touch (31), « Chaubet »**

Lors d'une prospection diurne, quatre à cinq individus de *Chirocephalus diaphanus* ont été observés dans un fossé semblant relié à un plan d'eau pendant les années très humides. La profondeur de ce fossé n'excédait pas 50 cm pour une longueur d'environ 130 m. L'endroit exact où les individus ont été recensés se situait sur un passage à grande faune : Sanglier (*Sus scrofa*) et Chevreuil (*Capreolus capreolus*).

Lors d'un passage nocturne le même soir et au même endroit, ce sont 300 à 400 individus qui ont pu être observés, attirés par la lumière de la lampe torche. Dans ce fossé, se reproduisait également le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), la Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) et une espèce de « grenouille verte » (*Pelophylax* sp.).

La station ne semble pas menacée d'autant plus que le secteur comporte de nombreux fossés plus ou moins temporaires et favorables aux Branchiopodes.

- **Station n°5 : Blagnac (31), aéroport**

L'habitat de *Chirocephalus diaphanus* est ici constitué d'un fossé peu profond (maximum 40 cm d'eau observé), entre un parking de l'aéroport et une route. Ce fossé mesure plusieurs centaines de mètres, mais il est rarement en eau sur une telle longueur. Cette station de *Chirocephalus diaphanus* a été découverte en 2014, avec l'observation d'une concentration très importante d'individus (plus de 400 individus) sur moins de 50 mètres de linéaire de fossés. Au moins 600 individus ont été observés sur le même lieu en 2018. Il est très probable que plus d'un millier d'individus soient présents régulièrement sur cette station. Si aucune autre espèce de Branchiopode n'a été observée dans ce fossé, ce dernier abritait lors de nos visites des pontes et de très nombreuses larves de Crapaud calamite.

- **Station n°6 : Muret (31), « Chaubet »**

Cette station jouxte le plan d'eau artificiel d'une base de loisirs, dans un espace où sont pratiqués des sports mécaniques tout terrain. Au moins une trentaine d'individus de *Chirocephalus diaphanus* y ont été observés en mars 2018 lors d'un passage fortuit. L'habitat y est composé d'au moins trois ornières peu profondes (pas plus de 10 cm) et peu étendues (5 m² environ pour la plus grande), très vraisemblablement creusées par les passages de véhicules tout terrain, et remplies suite aux précipitations hivernales. Il est probable que d'autres ornières proches abritent des Anostracés, le site n'ayant pas été prospecté exhaustivement. Pour rappel, la pratique du 4x4 peut favoriser la dispersion de ces animaux (cf. supra).

- **Station n°7 : Villemur-sur-Tarn (31), « Les Nauses »**

La station des « Nauses » est traitée dans la partie C du présent article, consacrée à *Lepidurus apus*, *Chirocephalus diaphanus* et cette dernière espèce ayant été recensées ensemble sur cette station.

- **Station n°8 : Campsas (82), « Château Sépat »**

Un seul individu de *Chirocephalus diaphanus* a été observé dans une zone humide temporaire créée par suite d'un remaniement du sol. La surface en eau était d'environ 20 m² pour une profondeur n'excédant pas 30 cm. Autour de ce point d'eau, la friche herbacée comportait plusieurs zones de mouillères d'assez grandes surfaces dans lesquelles ont aussi été trouvé du Crapaud épineux (*Bufo spinosus*). Un fossé temporaire est également présent environ 70 m plus au Sud. Il est fort probable qu'un nombre d'individus plus conséquent soient présents dans les différentes zones humides de cette station.

Depuis cette observation, des aménagements (création de bâtiments et de voiries) ont été effectués en limite de cette station. C'est pourquoi cette dernière est fortement menacée de disparition (si elle n'a pas déjà disparu). De plus, le fossé situé plus au sud a déjà fait l'objet d'un recalibrage (création d'une route) et les zones de mouillères sont pour certaines détruites.

- **Station n°9 : Castelsarrasin (82), « Fierard »**

Cette station est une vaste ornière temporairement en eau sur un chemin pédestre, avec des effectifs très faibles. La profondeur de l'eau n'excédait toutefois pas les 20 cm. Il ne s'agit peut-être pas

d'un site pérenne pour l'espèce. D'autres ornières similaires avaient été inspectées dans ce secteur proche de la Garonne, mais sans résultats.

- **Station n°10 : Castelsarrasin (82)**

Cette station, située en amont de la confluence Garonne-Tarn (pas de lieu-dit indiqué sur les cartes IGN pour ce secteur), est située à plus de 700 mètres de la station de *Branchipus schaefferi*, dans des habitats similaires. Il s'agit d'ornières peu profondes (jusqu'à 20 cm de profondeur) situées à proximité immédiate de la Garonne sur des pistes carrossables. Cependant, cette station à *Chirocephalus diaphanus* est peut-être légèrement mieux exposée que celles de *Branchipus schaefferi*. Par ailleurs, la date d'observation est plus précoce et aucun individu de *Branchipus schaefferi* n'avait été détecté lors de ce passage. Les effectifs de *Chirocephalus diaphanus* étaient supérieurs à cinquante individus, avec mâles et femelles. On ne peut écarter la présence d'autres stations dans le secteur, au regard du nombre important d'habitats favorables.

- **Station n°11 : Escatalens (82), forêt d'Escatalens**

Ce secteur de la forêt d'Escatalens est structuré par le passage du Larone et les milieux humides qui accompagnent le parcours de ce cours d'eau. Sur le lieu de l'observation, de nombreux fossés en eau ont été repérés mais c'est dans une ornière qu'une dizaine de *Chirocephalus diaphanus* ont été identifiés.

Un premier inventaire sur cette station a été réalisé le 12 mars 2014 durant lequel une majorité de mâles a été recensée. A cette date, les sols étaient gorgés d'eau, ce qui a permis le développement de nombreux habitats favorables à cette espèce (fossés immergés ; ornières ; vasques...).

La plupart de ces habitats ont été créés artificiellement par le passage d'engins de chantier liés à la carrière attenante. Un second passage, un mois plus tard, a permis de constater la régression de la surface de zones en eau, exceptés le Larone et le réseau de fossés. L'ornière dans laquelle avait été recensé *Chirocephalus diaphanus* était alors asséchée et aucun autre individu n'a donc pu être retrouvé.

Sur cette station, l'inventaire des Branchiopodes n'a pas été exhaustif et il est très probable qu'une population plus importante de *Chirocephalus diaphanus* y ait été implantée, notamment dans les fossés et le Larone. Toutefois, depuis 2016, la carrière s'est étendue au niveau du lieu d'observation, ce qui laisse supposer la disparition de la station. Un effort de prospection plus conséquent serait cependant intéressant le long du Larone qui pourrait constituer un axe de dispersion pour *Chirocephalus diaphanus*.

- **Station n°12 : Réalville (82)**

Cette station est une petite ornière sur un chemin agricole. Elle est située à proximité de la Lère. Elle n'abritait que quelques individus de *Chirocephalus diaphanus*, dont une femelle. Comme pour la station n°8, il ne s'agit peut-être pas d'un site pérenne pour l'espèce, ces chemins étant régulièrement modelés par le passage des engins agricoles.

- **Station n°13: St-Antonin-Noble-Val (82), « Poucessory »**

En 2009, une dizaine de *Chirocephalus diaphanus* ont été capturés à l'aide d'une épuisette dans une première mare prairiale (appelée plus loin mare n°1) sur le lieu-dit « Poucessory » à St-Antonin-Noble-Val (ALBINET, 2010). Cette observation

constituait la première donnée de Branchiopodes obtenue dans le Tarn-et-Garonne après 1950. *Chirocephalus diaphanus* a été à nouveau observé dans ce point d'eau en 2013, 2014, 2015 et 2018.

Cette mare, qui présente un assèchement estival, est destinée à l'abreuvement d'un troupeau ovin. Elle mesurait environ 10 m sur 4 m pour une profondeur de 10 cm à au moins 50 cm lors de nos prospections.

À chacun de nos passages, l'eau était très turbide, certainement du fait du piétinement du bétail. Les pêches de *Chirocephalus diaphanus* ont donc été réalisées à chaque reprise « à l'aveugle ».

Ces animaux ont la plupart du temps été capturés sur un même secteur de la mare. Cette dernière abritait des Dytiques, des larves d'Odonates et plusieurs espèces d'Amphibiens potentiellement prédatrices de ces Anostracés : Salamandre tachetée ; Triton palmé (*Lissotriton helveticus*) ; Pélodyte ponctué ; Rainette méridionale et Grenouille agile.

En 2013, un mâle de *Chirocephalus diaphanus* a été trouvé dans une deuxième mare temporaire (appelée plus loin mare n°2), comportant une faible profondeur d'eau et située à plus de 350 m de la première. En 2014, trois individus ont été capturés dans ce point d'eau. À l'instar de la mare n°1, la mare n°2 fait office d'abreuvoir pour le bétail. Sa durée de mise en eau, probablement du fait de sa faible profondeur (une vingtaine de cm au maximum lors de nos passages), n'a pas permis de nouvelles observations par la suite et explique peut-être le faible nombre d'individus observés en 2013 et 2014. Dans cette mare, sur l'ensemble de nos passages, ont été observés des larves de Salamandre tachetée, un mâle de Triton palmé et une ponte de Grenouille agile.

En 2018, un troisième point d'eau (appelée plus loin mare n°3) abritant au moins 15 *Chirocephalus diaphanus* a été trouvé à seulement 60 m de la mare n°2 et à plus de 410 m de la mare n°1. Comme pour la mare n°1, c'est une pêche à l'épuisette « à l'aveugle » qui a permis de découvrir la présence de cet Anostracé dans ce point d'eau. Ce dernier avait été prospecté pour la première fois en 2016. Aucun Branchiopode n'avait alors été observé malgré une prospection ciblée. Ce point d'eau mesure environ 8 m sur 4 m, et présente une profondeur supérieure à 50 cm en son centre. Des larves de Triton palmé et de Crapaud épineux ont été trouvées également dans ce point d'eau.

Le site de « Poucessory » abrite un complexe de trois mares temporaires dans lesquelles la présence de *Chirocephalus diaphanus* est avérée. À chacune de nos prospections lors de périodes favorables (fin d'hiver-début de printemps), l'espèce a été trouvée dans la mare n°1. La présence de *Chirocephalus diaphanus* apparaît comme plus aléatoire dans la mare n°2, peu profonde et avec une durée de mise en eau plus incertaine. Les prospections dans les années futures permettront quant à elles d'en savoir plus sur la population de la mare n°3 découverte récemment. Il convient enfin de préciser que deux autres mares temporaires sont connues à environ 600 m des mares hébergeant *Chirocephalus diaphanus*.

Aucun Branchiopode n'a été trouvé dans ces deux points d'eau proches malgré des prospections ciblées depuis 2009.

C. *Lepidurus apus* (Linnaeus, 1758)

1. Connaissances antérieures

Sur le territoire de l'ancienne région Midi-Pyrénées, *Lepidurus apus* est connu uniquement de la région toulousaine et du sud-est de l'Aveyron (DEFAYE & al., 1998, ONEM 2018). LAHILLE en 1887 mentionnait déjà sa présence autour de Toulouse dans le ruisseau du Calvaire et sur les affluents de l'Hers. En 1951, ARNOULT signalait sa présence au nord-est de Toulouse sur des mares temporaires du lieu-dit « Périole », aujourd'hui urbanisé. Depuis le début du siècle, la présence de cet animal a été citée à nouveau dans la grande plaine toulousaine: sur l'aérodrome de Lasbordes à Balma ; à Cierp-Gaud ; à l'aérodrome de l'Herm ; à Launaguet ; à Léguevin ; à Longages ; sur les bords du Canal du Midi à Montgiscard ; à Plaisance-du-Touch ; à Fonsorbes ; à la « ferme de Cinquante » à Ramonville et enfin à St-Orens-de-Gameville (TESSIER, 2010).

2. Nouvelles données acquises

Quatre stations ont été découvertes : deux à Plaisance-du-Touch ; une à Villemur-sur-Tarn en Haute-Garonne ; et une à Saïx dans le Tarn. Une station sur Plaisance-du-Touch, citée par TESSIER (2010), a par ailleurs fait l'objet de plusieurs données qu'il convient ici de mentionner. Enfin, l'examen des collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Montauban ont permis d'apprendre la présence de ce Notostracé au milieu du XXe siècle à Montauban (Tarn-et-Garonne). Les données recueillies sont synthétisées dans le **Tableau 3** . Les dates d'observations sont rapportées dans la **Figure 3**.

Tableau 3. Nouvelles données de *Lepidurus apus*

Station	Commune, « lieu-dit »	Effectif min observé	Nombre et type de points d'eau	Observateur(s), date
1	Plaisance-du-Touch (31), « les Hirondelles »	Au moins 200	3 fossés	Menand M., le 21/03/2014
		60	3 fossés	Albinet S., Robin J. & Fusari M., le 15/04/2018
2	Plaisance-du-Touch (31), « Grande Borde »	15	1 fossé	Albinet S., Robin J. & Fusari M., le 15/04/2018
3	Villmur-sur-Tarn (31), « les Nausés »	30	1 fossé	Menand M., Menand A., Senouque M. & Grisvard P., le 22/02/2013
4	Montauban (82), lieu-dit inconnu	Inconnu	1 mare	Donnée de 1959, issue de collection examinée par Robin J.
5	Saix (81), « Longuegineste »	Au moins 1	1 mare prairiale temporaire	Calvet A., Long B., Mareschal J., Kleffert M., le 16/03/2013

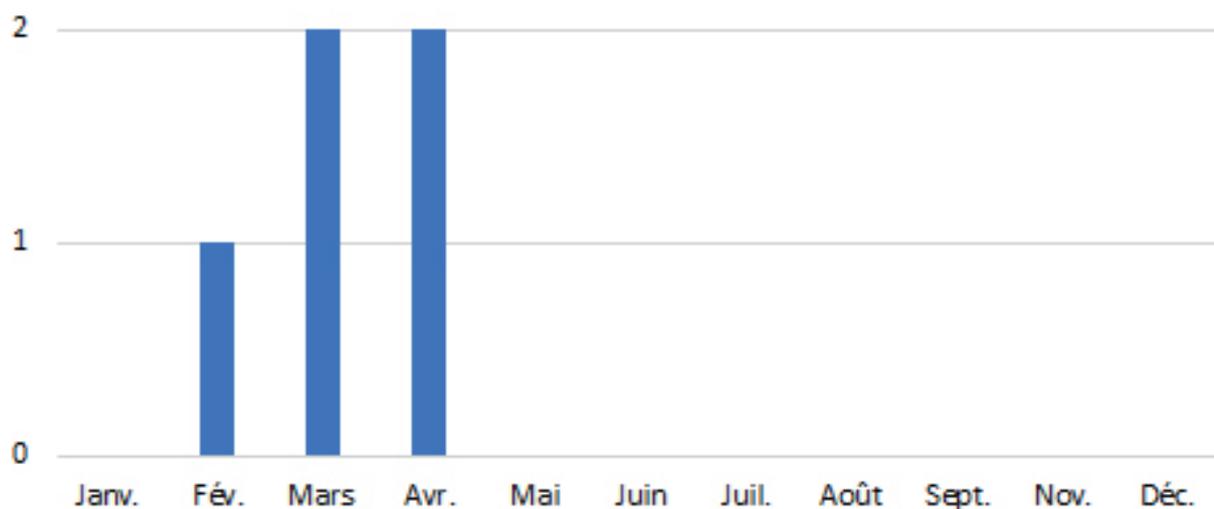


Figure 3. Histogramme des nouvelles données de *Lepidurus apus*
(en abscisse : mois d'observation ; en ordonnées : nombre de données)

• **Station n°1 : Plaisance-du-Touch (31), « les Hirondelles »**

La station de « les Hirondelles » a été, semble-t-il, mentionnée dans l'article de TESSIER (2010). Cette station est à notre connaissance composée d'au moins quatre fossés de plusieurs centaines de mètres : deux fossés longeant la route et deux

fossés de drainage d'une parcelle agricole se jetant perpendiculairement dans un de ces deux fossés. Ces fossés sont bordés de parcelles agricoles (prairie, friches et cultures). En 2014, 200 individus ont été contactés dans les fossés longeant la route passant au nord-ouest des prairies, ainsi que dans le fossé de drainage nord.

En 2018, les deux fossés de bord de route et le fossé de drainage sud, qui présentaient lors de notre passage une eau claire, et de la végétation aquatique pour deux d'entre eux, ont permis le recensement de seulement 60 individus. Nous estimons au vu de la longueur des fossés qu'au minimum 400 individus sont présents dans ces derniers. Le secteur abrite par ailleurs à proximité une mare prairiale temporaire (à moins de 250 m) dans laquelle *Chirocephalus diaphanus* a été inventorié (TESSIER, 2010 ; M. MENAND, comm. pers.).

Ces milieux n'ont pas pu cependant être prospectés à nouveau en 2018, du fait d'une clôture et d'une interdiction explicite de pénétrer les lieux.

- **Station n°2 : Plaisance-du-Touch (31), « Grande Borde »**

La station de « Grande Borde » est située à environ 850 m de la station de « les Hirondelles ». Elle correspond à un bout de fossé en eau, entre une route et une culture, située dans le prolongement d'un des fossés de bord de route de « les Hirondelles ». L'absence d'eau sur plusieurs centaines de mètre entre « Grande Borde » et « les Hirondelles » laisse penser que les populations de ces deux lieux-dits sont bien différenciées ou alors rarement en contact. À l'instar du fossé de « les Hirondelles », le fossé de « Grande Borde » présente une eau claire et de la végétation aquatique, permettant de dissimuler *Lepidurus apus*. Seulement 15 individus ont été recensés lors de notre passage sur site.

- **Station n°3 : Villemur-sur-Tarn (31), « les Nauses »**

Le site dit « des Nauses », localisé entre l'espace « Bernadou » et le rond-point de

« Pechnauquié », à l'ouest de la RD14, sur la commune de Villemur-sur-Tarn, est très régulièrement suivi par les naturalistes de l'association Nature en Occitanie, dont plusieurs bénévoles résident sur place. Il s'agit d'un réseau très intéressant de zones humides sur une grande surface (prairies humides ; bois marécageux ; fossés ; cariçaies ; etc.) représentant un enjeu fort en zone de plaine haut-garonnaise. Ce site est connu pour abriter trois plantes protégées : Jacinthe de Rome (*Bellevalia romana*) ; Scirpe à une écaille (*Eleocharis uniglumis*) et Renoncule à feuilles d'ophioglosse (*Ranunculus ophioglossifolius*), ainsi que de nombreux amphibiens (Tritons marbré (*Triturus marmoratus*) et palmé ; Grenouilles rieuse (*Pelophylax ridibundus*) et agile ; Rainette méridionale ; Crapauds commun et calamite et enfin Salamandre tachetée).

C'est d'ailleurs lors d'une sortie dédiée à la recherche des amphibiens, le 22 février 2013, que nous avons pu observer de nombreux *Lepidurus apus* (environ 30 dénombrés) et quelques rares *Chirocephalus diaphanus* (quatre recensés) dans le grand fossé principal. Ce fossé est en eau au moins jusqu'au mois de juillet (même les années les plus sèches). Il présente des végétations très variées et échelonnées au fil des saisons, en fonction du niveau d'eau : herbiers de renoncules aquatiques (*Ranunculus trichophyllus*) ; voiles de lentilles d'eau ; radeaux de *Rorippa amphibia* ; roselières basses à Iris des marais (*Iris pseudacorus*) ; Rubaniers dressés (*Sparganium erectum*) ; plages de Scirpes des marais (*Eleocharis palustris*) ; Oenanthes fistuleuses (*Oenanthe fistulosa*), etc.

La station a fait l'objet de prospections spécifiques le 02 avril 2016 par J. ROBIN et A. COSTES, mais aucun Branchiopode n'a alors été observé.

- **Station n°4 : Montauban (82)**

L'examen des collections du Muséum d'Histoire Naturelle Victor Brun de Montauban a permis de découvrir la présence d'un individu de *Lepidurus apus* au milieu d'échantillons d'autres invertébrés (Orthoptères ; Lépidoptères ; Hyménoptères). Peu d'indications accompagnaient ce spécimen hormis : « Dans une mare, banlieue de Montauban. Apporté en mai 1959 à JEANNOT par FAVAREL (Dr) ». On ne sait pas de quelle banlieue, ni de quel lieu-dit il s'agit, ce qui rend difficile la recherche de ce site de nos jours... Par ailleurs, depuis 1959, les milieux ont beaucoup évolué autour de Montauban et la station pourrait avoir disparu. Néanmoins, la prospection de tels milieux sur la commune de Montauban est à encourager, notamment en début de saison, entre février et avril.

- **Station n°5 : Saïx (81), « Longuegineste »**

La station se trouve au sein de la base de loisirs des étangs de Saïx, à 500 mètres à l'est de la Réserve naturelle régionale de Cambounet-sur-le-Sor. Elle est située sur une parcelle d'environ 3500 m² occupée par une prairie plantée sur environ la moitié de sa surface de peupliers (*Populus* sp.) âgés d'une vingtaine d'années. Un ensemble de petites mares / flaques prairiales temporaires se forme lors des printemps humides à la faveur des irrégularités du terrain.

Le soir de la découverte de *Lepidurus apus*, l'eau y était claire et de faible profondeur (une dizaine de centimètres en moyenne) et le fond couvert de feuilles mortes de peupliers et d'une végétation herbacée assez dense (végétation prairiale immergée). Un petit fossé de drainage longe le site sur ses bordures sud et ouest,

et le lac principal de la base de loisirs se trouve à une vingtaine de mètres (ancien lac de gravière aux berges enrochées). L'environnement immédiat se partage entre voirie et parking, bâtiments de la base de loisirs, parcelles de prairies naturelles et boisements feuillus spontanés.

La présence de *Lepidurus apus* (un individu capturé) a été découverte fortuitement le 16 mars 2013 à l'occasion d'une soirée de prospection « amphibiens » en compagnie de Jennifer MARESCHAL, Marlène KLEFFERT et Benjamin LONG (animation « grand public » LPO Tarn - CPIE des Pays Tarnais). La détermination a été confirmée par Pierre-Olivier COCHARD sur photos.

Le site n'a pas fait l'objet de visites ultérieures spécifiquement ciblées sur les Branchiopodes. Il a récemment été amputé d'une bande d'environ 700 m² dans sa partie nord en vue de l'aménagement d'une aire de stationnement et d'un boulodrome. A noter que la parcelle se trouve aussi en bordure immédiate (quelques dizaines de mètres probablement) du futur tracé de l'autoroute Castres-Toulouse. Dans le cadre d'un diagnostic en cours sur les potentialités de la base de loisirs en faveur de la biodiversité (LPO Tarn / RNR de Cambounet-sur-le-Sor), la préservation de cette parcelle sera proposée à la collectivité propriétaire du site.

Discussion

Le présent article porte à connaissance 18 nouvelles stations de grands Branchiopodes sur la partie ouest de l'Occitanie (Figure 4), avec les premières données de *Branchipus schaefferi* sur ce secteur de la région et les premières données de Branchiopodes dans le Gers et dans le Tarn. En l'état des données

du présent article et de la bibliographie disponible (ALBINET, 2010 ; TESSIER, 2010 ; ONEM, 2018), au moins 30 stations ont été recensées à l'ouest de la région Occitanie sur la période contemporaine (postérieure au début du siècle). Nous considérons ici que ce territoire correspond à l'ancienne région Midi-Pyrénées à l'exception du département de l'Aveyron, ce dernier étant situé à l'est de la région Occitanie.

La répartition des stations par espèces et par département est illustrée dans le **Tableau 4**. Ces nouvelles données laisseraient penser que la rareté des grands Branchiopodes n'est qu'apparente à l'ouest de l'Occitanie. En effet, le nombre de stations recensées en moins de 20 ans est de loin supérieur au nombre de sites répertoriés sur les cartes de l'atlas des Crustacés Branchiopodes de DEFAYE *et al.* (1998).

Il est par ailleurs plus que certain que des stations ont été ignorées ou sont passées inaperçues lors de nos prospections, du fait de la discrétion de ces animaux (petite taille et transparence du corps des Anostracés ; temps de vie réduit ; phénologie particulière). La plupart des départements ont été en outre insuffisamment prospectés (Ariège ; Gers ; Hautes-Pyrénées ; Lot...). Mais les lacunes de prospections, le manque d'attention des observateurs ou la discrétion des grands Branchiopodes ne constituent pas les seules raisons expliquant le faible nombre de données recueillies. Nous sommes en effet convaincus que la rareté des grands Branchiopodes est bien réelle. Tout d'abord, le nombre de stations connues est faible à l'échelle des départements de l'ouest de l'Occitanie. Ensuite, les données produites sont peu importantes comparativement au nombre de prospections menées depuis plusieurs années par certains d'entre nous. Énormément de fossés et de points

d'eau temporaires ont en effet été prospectés, notamment dans la région toulousaine et plus largement dans la plaine de Garonne, sans succès. Enfin, il a souvent été constaté la dégradation de nombreux points d'eau temporaires, limitant les possibilités de développement de ces animaux : présence d'écrevisses exotiques ; pollution par les intrants agricoles ou les eaux usées domestiques ; remblaiements pour l'urbanisation et l'agriculture...

Des destructions ou dégradations de stations existantes sont de plus documentées. TESSIER (2010) cite ainsi le remblaiement d'une station de *Chirocephalus diaphanus* à Léguevin, la probable disparition de la station de Montgiscard (*Chirocephalus diaphanus* et *Lepidurus apus*) suite à l'installation d'une liaison routière, et la destruction d'une partie de la station de Ramonville, lieu-dit « Ferme de Cinquante » (*Chirocephalus diaphanus* et *Lepidurus apus*) en dépit même de la présence connue de la Jacinthe de Rome (*Bellevalia romana*), espèce de fleur protégée au niveau national. La station n°10 de *Chirocephalus diaphanus* à Escatalens, décrite dans le présent article, a quant à elle été remblayée depuis sa découverte du fait de l'extension d'une carrière proche. Enfin, la station n°7 de *Chirocephalus diaphanus* de « Château Sépat » à Campsas est fortement menacée de disparition (si elle n'a pas déjà disparu) par un aménagement de voirie. Les pressions anthropiques étant croissantes dans la région (particulièrement dans la plaine de Garonne où se concentrent la majorité des observations), il est probable que d'autres stations connues et des stations non encore recensées seront détruites ou fortement dégradées à l'avenir, notamment du fait de l'urbanisation.

Se pose alors la question des moyens de conservation de ces animaux. Aucune espèce de Branchiopodes n'étant protégée au niveau national, ni au niveau régional, il n'existe pas d'outils réglementaires permettant leur protection ou celle de leurs milieux de vie. Il serait toutefois possible pour protéger leurs habitats de s'appuyer sur la présence d'autres taxons protégés (amphibiens ; flore) ou sur la législation relative à la Loi sur l'eau (zones humides).

Mais comme l'indique Ch. BERNIER, « cela reste assez théorique, car certains sites abritant des espèces exceptionnelles sont d'une banalité affligeante pour la flore et le reste de la faune » (ONEM, 2018). En outre, beaucoup de zones humides sont encore détruites sans autorisation ou parce que les projets qui les concernent ne sont pas soumis à des procédures d'autorisation ou même de déclaration.

Au vu de ce constat, le présent article vise à plaider pour la mise en place rapide d'une

protection réglementaire des trois espèces de grands Branchiopodes présentes à l'ouest de l'Occitanie, ou au minimum la réalisation d'une liste rouge des espèces menacées de Branchiopodes à l'échelle de la région selon la méthodologie de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Une liste rouge des espèces menacées en France métropolitaine pour les Crustacés d'eau douce, incluant la classe des Branchiopodes, existe depuis 2014, mais une déclinaison régionale de cette liste nous semble indispensable afin de réévaluer les statuts des espèces au niveau régional. *Chirocephalus diaphanus* est considéré comme « de préoccupation mineure », alors que *Branchipus schaefferi* et *Lepidurus apus* sont considérés comme « quasi menacés » au niveau national (UICN, 2014). Ces statuts ne semblent aucunement adaptés au territoire de l'ouest de l'Occitanie.

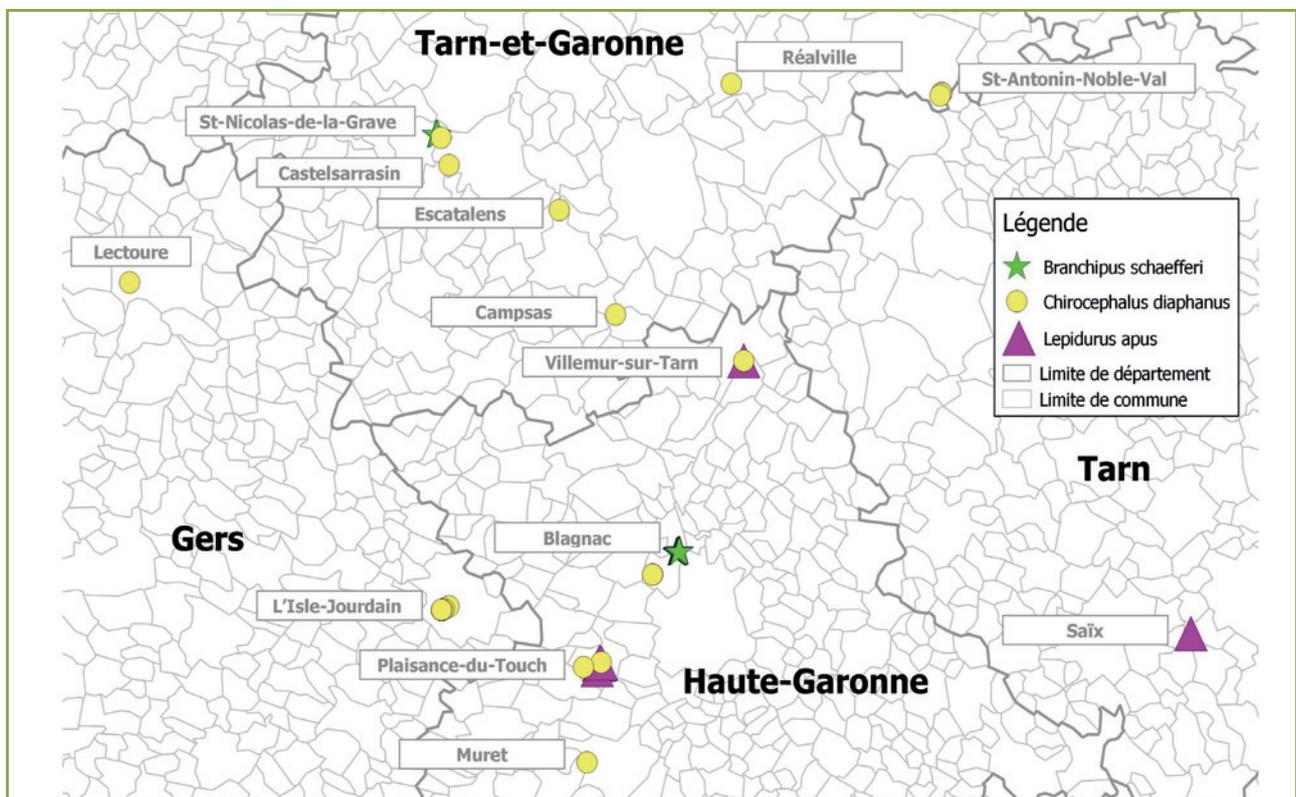


Figure 4. Nouvelles données de Branchiopodes sur la partie ouest de l'Occitanie

Tableau 4. Nombre de stations contemporaines par département et par espèce à l'ouest de l'Occitanie, en l'état des données du présent article et de la bibliographie disponible

Espèces	Départements							Total par espèce
	9	31	32	46	65	81	82	
<i>Branchipus schaefferi</i>	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Chirocephalus diaphanus</i>	0	12	3	0	0	0	6	21
<i>Lepidurus apus</i>	0	11	0	0	0	1	0	12
Total par département	0	24	3	0	0	1	7	

Conclusion

Actuellement, les grands Branchiopodes sont représentés à l'ouest de la région Occitanie par seulement trois espèces : *Chirocephalus diaphanus* ; *Branchipus schaefferi* et *Lepidurus apus*.

Chirocephalus diaphanus est l'espèce la plus répandue, avec 21 stations recensées depuis le début des années 2000. *Lepidurus apus* est la deuxième espèce de par le nombre de stations inventoriées (12). Onze de ces dernières sont localisées dans le nord de la Haute-Garonne, essentiellement dans la région toulousaine. *Branchipus schaefferi* n'est connu que de deux stations, mais leur découverte récente laisse en espérer d'autres dans les années à venir. De même, on ne peut écarter dans l'avenir la découverte de nouveaux taxons pour la région, comme *Triops cancriformis*, bien représenté sur l'arc méditerranéen et anciennement cité dans les terres en Gironde ou au centre de la France, ou la redécouverte de *Cyzicus tetracerus*, espèce décrite il y a près de deux siècles en périphérie de Toulouse mais non revue depuis.

La diffusion de l'atlas des Crustacés Branchiopodes de France métropolitaine (DEFAYE et al., 1998) et du document de vulgarisation « Devenez Branchiopote »

(BERNIER et al., 2000) a créé une dynamique qui a porté ses fruits depuis une dizaine d'années, avec la multiplication d'observations ou la découverte de grands Branchiopodes dans le Gers, la Haute-Garonne, le Tarn et le Tarn-et-Garonne. Le présent article permet ainsi de plus que doubler le nombre de stations connues dans ce secteur de l'Occitanie.

En l'état des connaissances, il est fait le constat d'une réelle rareté des grands Branchiopodes à l'ouest de l'Occitanie et de menaces avérées ou potentielles sur les stations existantes. La mise en place d'une liste rouge régionale des espèces menacées de grands Branchiopodes et la protection réglementaire des espèces les plus vulnérables semblent impératives pour limiter les impacts sur les quelques populations connues et qui seront découvertes dans le futur. En parallèle, un important effort de prospection est à mener afin de répertorier de nouvelles populations et de contribuer à affiner le statut des espèces déjà recensées.

Remerciements

A Nicolas Rabet et Jean-François Cart pour leur relecture. A Jean-Pierre Vacher pour les corrections du résumé en anglais.



Planche 1

1, 2 : Ornières à *Branchipus schaefferi* à Saint-Nicolas de la Grave (82), le 14/06/2013. 3, 4, 5, 6 : Exemples d'ornières abritant *Branchipus schaefferi* sur le site des « Quinze Sols », le 28/06/2016. 7 : Mâle et femelle de *Branchipus schaefferi* sur le site des « Quinze Sols », le 28/06/2016. 8 : Femelle de *Branchipus schaefferi* sur le site des « Quinze Sols », le 28/06/2016.



© Sébastien ALBINET



© Jérôme ROBIN



© Jérôme ROBIN



© Aurélien COSTES



© Pierre GRISVARD



© Jérôme ROBIN



© Patrice LUCCHETTA



© Jérôme ROBIN

Planche 2

1 : *Branchiopus schaefferi* rougeâtre sur le site des « Quinze Sols », le 15/04/2018. 2, 3 : Réseau de fossés et prairies humides de la station n°2 de *Chirocephalus diaphanus* à L'Isle-Jourdain (32), le 08/03/2013. 4 : *Chirocephalus diaphanus* dans les fossés de la station n°2 à Lisle-Jourdain, le 02/04/2016. 5 : Station de *Chirocephalus diaphanus* de « Chaubet » à Plaisance-du-Touch, le 19/02/2014. 6 : Station de *Chirocephalus diaphanus* de Blagnac, aéroport, le 15/04/2018. 7 : Femelle de *Chirocephalus diaphanus* sur le site de « Chaubet » à Muret, le 12/03/2018. 8 : Ornières en eau sur chemin sur la station n°8 à Castelsarrasin (82), le 25/02/2014.



1

© Aurélien COSTES



2

© Aurélien COSTES



3

© Jérôme ROBIN



4

© Sébastien ALBINET



5

© Sébastien ALBINET



6

© Sébastien ALBINET



7

© Sébastien ALBINET



8

© Sébastien ALBINET

Planche 3

1 : Station de *Chirocephalus diaphanus* d'Escatalens - fossé structurant les bords du Larone, le 12/03/2014. 2 : Station d'Escatalens - ornière dans laquelle les individus de *Chirocephalus diaphanus* ont été inventoriés, le 12/03/2014. 3 : *Chirocephalus diaphanus* femelle à Réalville (82), le 24/02/2014. 4 : Mare n°1 de « Poucessory » à St-Antonin-Noble-Val, en eau, le 30/03/2009. 5 : Mare n°1 de « Poucessory » asséchée, le 17/10/2011. 6 : Mare n°3 de « Poucessory », le 01/04/2018. 7, 8 : *Lepidurus apus*, « les Hirondelles » à Plaisance-du-Touch, le 15/04/2018.



© Jérôme ROBIN



© Jérôme ROBIN



© Mathieu MENAND



© Mathieu MENAND



© Mathieu MENAND



© Amaury CALVET



© Jérôme ROBIN



© Jérôme ROBIN

Planche 4

1, 2 : Fossés abritant *Lepidurus apus*, « les Hirondelles » à Plaisance-du-Touch, le 15/04/2018. 3 : Fossé de drainage abritant *Lepidurus apus*, « les Hirondelles » à Plaisance-du-Touch, le 21/03/2014. 4 : Grand fossé principal en eau, « les Nausés » à Villemur-sur-Tarn, le 16/04/2015. 5 : Grand fossé principal asséché, « les Nausés » à Villemur-sur-Tarn, le 27/08/2010. 6 : Mare temporaire dans laquelle *Lepidurus apus* a été recensé à « Longuegineste » à Saix (81), le 06/07/2018. 7, 8 : Naturalistes en train de rechercher des branchiopodes, il est parfois nécessaire de s'approcher très près de l'eau pour les détecter, ils peuvent en effet passer facilement inaperçus en raison de la couleur translucide de certaines espèces, le 15/04/2018.

Bibliographie

ALBINET, S., 2010. Branchiopodes : découverte d'une station de *Chirocephalus diaphanus* PREVOST, 1803 sur Saint-Antonin-Noble-Val. *Bull. SSNTG*, Tome 33, année 2009 : 50-51.

ARNOULT, J., 1951. Sur la présence d'*Apus* de couleur rose dans la région toulousaine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 86 : 286-290.

BERNIER, C., NARDUCCI, J.C. & MELBECK D., 2000. Devenez Branchiopote. Dossier technique de la Gazette des terriers n° 4, document des clubs CPN, Boulton-aux-Bois, 28 p.

BOU, C., COINEAU, N., DALENS, H., DANIELOPOL, D., GIANI, N., GOURBAULT, N., HENRY, J.P., LAFONT, M., LESCHER-MOUTOUE, F., MAGNIEZ, G. & ROUCH, R., 2004. Liste des Crustacés déterminants, In DURAND, C., PONTCHARRAUD, L. & BERTRAND, A. *Modernisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en Midi-Pyrénées. Listes préliminaires d'espèces et cortèges de faune déterminants.* Conservatoire Régional des Espaces naturels de Midi-Pyrénées - DIREN Midi-Pyrénées, Union européenne, 116 p. : 66-71.

DEFAYE, D., RABET, N. & THIÉRY A., 1998. *Atlas et bibliographie des crustacés branchiopodes (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata) de France métropolitaine*. Collection Patrimoines Naturels, 32 - Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN, PARIS, 61 p.

IMAGO. 2014. La Liste rouge des Grands branchiopodes menacés en Alsace. ODONAT. Document numérique.

https://www.odonat-grandest.fr/wp-content/uploads/2017/12/LR_Grands_branchiopodes_Alsace_2014.pdf

JOLY, N., 1842. Recherches zoologiques, anatomiques et physiologiques sur l'*Isaura cycladoïdes*, nouveau genre de Crustacé à test bivalve, découvert aux environs de Toulouse. *Annales des Sciences Naturelles*, 2e sér., 17 : 293-349.

LAHILLE, F., 1887. Les crustacés Branchiopodes de Toulouse - *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, procès-verbaux*, 21 : 47-48.

NOURISSON, M. & THIÉRY, A., 1988. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises – 9. Crustacés branchiopodes (Anostracés, Notostracés, Conchostracés). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 57-3 : 75-95.

https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1988_num_57_3_10822

NOURISSON, M. & THIÉRY, A., 1988B Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises – 9. Crustacés branchiopodes (Anostracés, Notostracés, Conchostracés) (suite et fin). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 57-4 : 104-135.

https://www.persee.fr/docAsPDF/linly_0366-1326_1988_num_57_4_10826.pdf

ONEM (2018). Carte et liste des observations des Crustacés branchiopodes sur le territoire français.

<http://www.onem-france.org/branchiopodes/wakka.php?wiki>

PREVOST, B., 1803. Histoire d'un insecte (ou d'un Crustacée) que l'auteur a cru devoir appeler Chirocéphale diaphane, et de la suite des métamorphoses remarquables qu'il subit. *Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des arts*, 57 : 37-54.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9604326s/f43.image.r=>

RABET, N., 2005. Liste des espèces déterminantes de grands Branchiopodes pour la région Languedoc-Roussillon. 10 p.

TESSIER, M., 2010. Inventaire et conservation des Crustacés Branchiopodes en Haute-Garonne. *Bull. Soc. Linn. Bordeaux*, Tome 145, (N.S.) n° 38 (2) 2010 : 193-202.

UICN FRANCE & MNHN., 2012. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Crustacés d'eau douce de France métropolitaine. 25 p.

https://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/Dossier_presse_Liste_rouge_Crustaces_eau_douce_metropole_juin_2012.pdf

UICN FRANCE & MNHN., 2014. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Crustacés d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France. 24 p.



Branchipus schaefferi
© Sébastien ALBINET

Pour citer cet article :

**ALBINET, S., ROBIN, J., CALVET, A.,
CATIL, J.M., COSTE, A.,
GRISVARD, P., LUCCHETTA, P.,
MENAND, M. & FUSARI, M.**

Nouvelles stations de Crustacés
Branchiopodes à l'ouest de l'Occitanie.
Plume de Naturalistes 3 : 139-162.

Pour télécharger tous les articles
de Plume de Naturalistes:
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

« Kuhl-de-sac » ?

Des signaux atypiques de type sonar-social chez *Pipistrellus kuhlii*

Par **Loïc Bellion**
(lobellion@gmail.com)



S'il est un domaine dans l'étude des chiroptères où l'on peut s'arracher les cheveux, c'est bien sur la détermination acoustique.

Durant l'été 2015, j'enregistrais des séquences ultrasonores étranges de type fréquence modulée (FM) au bord d'une mare en Anjou (département du Maine-et-Loire ; région des Pays de la Loire) ; elles s'accompagnaient de signaux en fréquence modulée aplanie (FM aplanie) et de trilles sociales. Ces émissions particulières m'ont donné du fil à retordre mais je partis tout de même sur l'hypothèse d'un Murin de Daubenton.

N'étant pas trop sûr de mes suppositions, je décidais d'échanger avec Michel Barataud sur ce sujet en lui envoyant une séquence (séq. 1). A première vue, lui aussi suivait mon hypothèse, mais après examen d'une autre séquence (séq.2), il apparut assez vite qu'il s'agissait d'une Pipistrelle de Kuhl ! Ce comportement acoustique étant atypique et inconnu pour l'espèce, il apparaît intéressant d'en détailler ici les différents éléments qui le composent et le contexte dans lequel il a été obtenu.

Avant tout, il est bon de préciser que la Pipistrelle de Kuhl est une espèce de chauve-souris commune en Maine-et-Loire, arrivant au second rang derrière la Pipistrelle commune en terme d'occurrence. Aussi depuis cette découverte, des séquences de ce type ont été obtenues régulièrement, et notamment avec des cris sociaux typiques de l'espèce permettant de confirmer cette détermination.

Les séquences recueillies ont pour caractéristique de combiner activités sonar et sociale par l'incorporation de trilles longues. Les signaux de type sonar sont de forme sigmoïde (**Figure 1**)

rappelant fortement les émissions de Murins en milieu semi ouvert à ouvert (type absence de pic moyenne fréquence terminale), mais avec une largeur de bande généralement faible. Certains signaux ont une pente plus aplanie, tendant vers le répertoire classique de la Pipistrelle de Kuhl. Les signaux sigmoïdes présentent également cette particularité d'avoir une fréquence terminale beaucoup plus basse (souvent comprise entre 23 et 30 kHz) que ce que l'on mesure habituellement chez la Pipistrelle de Kuhl. Leur durée est plutôt longue, généralement comprise entre 6 et 8 millisecondes (**Tableau 1**).

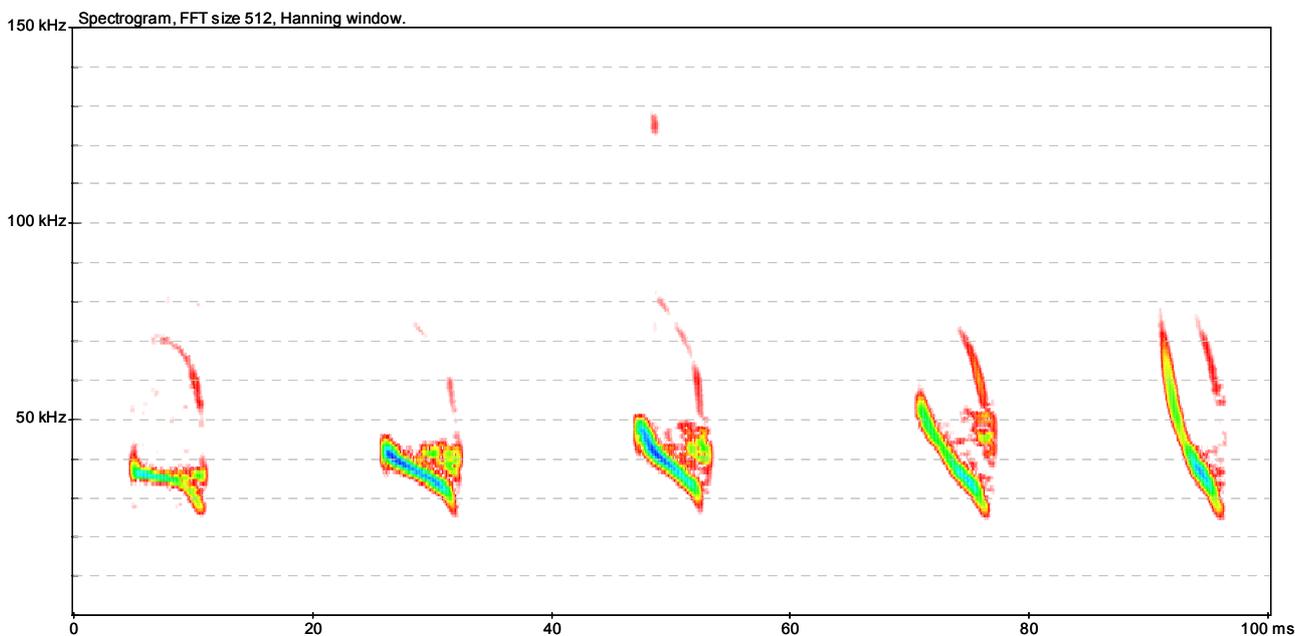


Figure 1

Spectrogramme d'une sélection (non chronologique) de quelques signaux issus d'une même séquence de *P. kuhlii* : QFC-FM (à gauche) et FM sigmoïde (quatre autres à droite) ; (les intervalles entre signaux ont été écourtés).

Tableau 1.

Mesures effectuées sur les signaux FM sigmoïdes de *P. kuhlii*

<i>Pipistrellus kuhlii</i>	n. signaux (séqu.)	Durée intervalles (ms)		Durée signaux (ms)		Fréquence initiale (kHz)		Fréquence terminale (kHz)		Largeur de bande (kHz)		Fréq. maximum énergie (kHz)	
		Moy.	E-Type	Moy.	E-Type	Moy.	E-Type	Moy.	E-Type	Moy.	E-Type	Moy.	E-Type
Signaux FM sigmoïde	24 (4)	133,8	52,3	6,0	1,2	58,2	13,9	24,8	1,6	33,4	14,1	38,6	2,9

Les trilles sociales (**Figure 2**) sont généralement longues et à récurrence très forte (ressemblant à des phases terminales de capture, mais sans l'accélération du rythme). L'incorporation de ces trilles dans les séquences de Pipistrelle de Kuhl a pour le moment été uniquement observée en association avec ces fameux signaux FM sigmoïdes d'écholocation.

Mais ce qui est surtout intéressant, c'est le fait que ces séquences de type sonar/social montrent dans leur grande majorité la présence de deux individus en simultané. Quelle est la fonction réelle de ces émissions ?

S'agit-il d'une simple fonction sociale entre individus, se rapprochant du chant que l'on observe par exemple chez la

Pipistrelle de Nathusius ? S'agit-il pour l'individu émettant ces signaux de brouiller le second en phase de chasse (compétition alimentaire), ou plus pacifiquement de « saluer » un congénère ?

Depuis quelques années, d'autres acousticiens ont pu récolter ce type de séquences en France sans pour autant arriver à une explication entièrement satisfaisante sur leur fonction.

Il n'en reste pas moins que ce type d'émissions ultrasonores n'est pas rare sur les secteurs où l'espèce est bien représentée et que sa particularité acoustique mériterait de s'y attarder plus en détails, d'autant qu'elle peut constituer un piège pour les acousticiens.

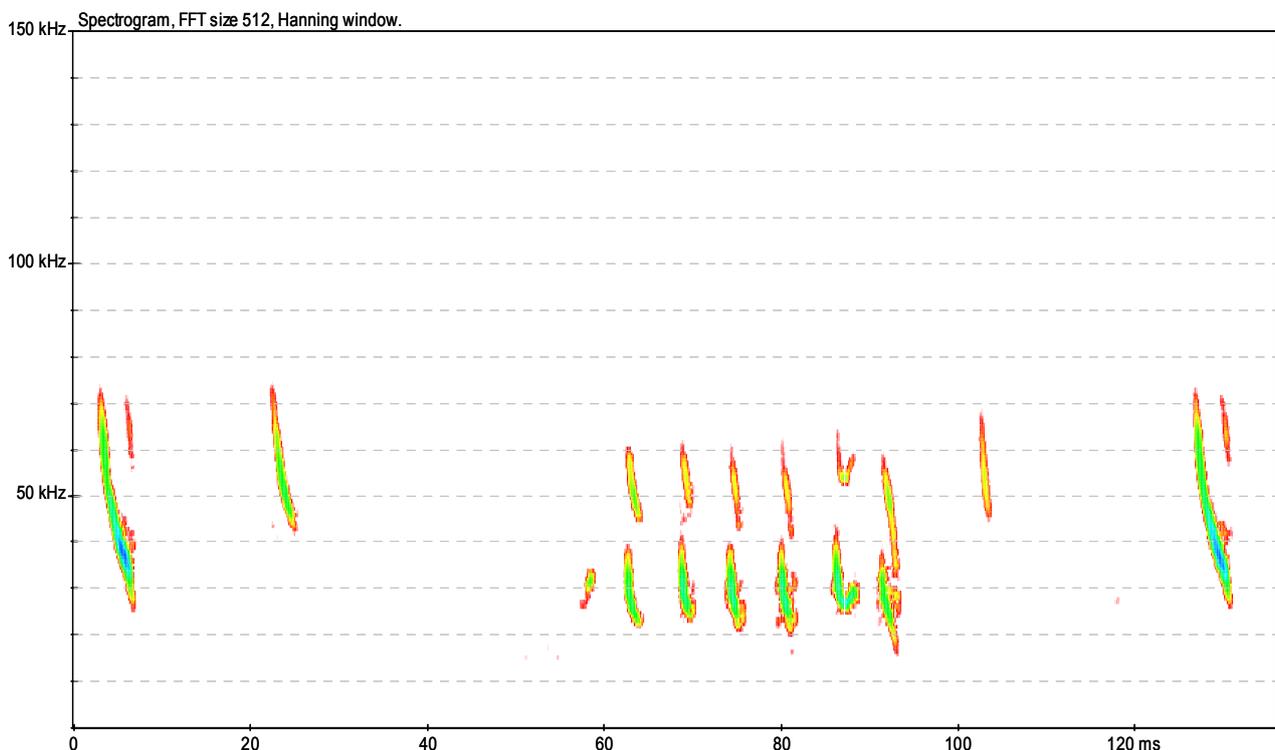


Figure 2

Spectrogramme d'une trille sociale de *P. kuhlii*, encadrée par des signaux FM sigmoïde.



Pipistrelle de Kuhl
© Christian MALIVERNEY

Remerciements

Je remercie Michel Barataud avec qui j'ai pu échanger sur cette découverte ; il a réalisé les analyses de signaux et les spectrogrammes.

Thierry Disca, Yves Bas, Pascal

Bellion, Mickaël Leroy et Benjamin Même-Lafond m'ont fait partager leurs enregistrements.

Enfin, merci à Christian Maliverney pour ses belles photos, à découvrir en visitant sa [galerie](#).

Deux séquences sonores
(wave standard)
de *Pipistrellus kuhlii*
enregistrées sur le terrain
à écouter ou télécharger ici :

[Séquence 1](#)

[Séquence 2](#)

Pour citer cet article :

BELLION. L. 2019. « Kuhl-de-sac » ?
Des signaux atypiques de type sonar-
social chez *Pipistrellus kuhlii*.
Plume de Naturalistes 3 : 163-166.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles
de *Plume de Naturalistes* :
www.plume-de-naturalistes.fr

Réflexion autour de la « capturabilité » au filet des chiroptères d'Europe. Proposition d'application de coefficients de correction de la variabilité interspécifique

Par **Michel Barataud**
(michel.barataud@orange.fr)

Résumé

La capture des chiroptères sur leurs terrains de chasse, au moyen de filets japonais, ne fait généralement l'objet que d'une exploitation qualitative des résultats, en termes d'inventaire des espèces en un lieu donné. Pour permettre une exploitation quantitative du nombre de captures (pour comparer les espèces entre elles ou faire des études d'habitat par exemple), il est nécessaire de tenir compte du fait que les espèces présentent une variabilité, reconnue chez les chiroptérologues, dans la facilité ou la difficulté de capture, dénommée ici par le néologisme « capturabilité ». Ce biais annule toute possibilité de comparaison interspécifique des effectifs capturés. Sur la base de critères objectifs influençant la facilité de capture chez les chiroptères (capacité de vol et performances du sonar), des coefficients spécifiques de pondération sont proposés, dans un contexte d'études en milieu forestier tempéré européen.



Oreillard roux
© Christian MALVERNEY

Introduction

La capture des chiroptères grâce à un filet tendu sur leurs terrains de chasse est restée la seule méthode possible pendant plusieurs décennies lorsqu'on voulait appréhender l'utilisation de leurs habitats de vol nocturne, ou simplement faire des inventaires qualitatifs en dehors des gîtes de repos diurne. Puis, au cours des années 1990, la technique de détection des ultrasons a été rendue plus facilement applicable grâce à la mise sur le marché d'outils portatifs de plus en plus performants, peu à peu accompagnée de méthodes d'identification acoustique. Depuis, si la capture au filet est moins pratiquée, elle n'en reste pas moins un complément intéressant voire indispensable dans certains cas d'étude.

La comparaison dans une même étude, des résultats issus de points d'écoute au détecteur d'une part, et de captures au filet d'autre part, a rarement été tentée (CERVENY 1998). La cause est sans doute liée à la faible rentabilité de la deuxième méthode par rapport à la première dans beaucoup d'habitats. Parmi les exceptions, la forêt néotropicale s'avère propice à la capture au filet de chiroptères insectivores ou frugivores (BARATAUD *et al.* 2017 ; CATZEFLIS *et al.* 2018 ; COCKLE-BETIAN *et al.* 2007 ; SIMMONS & VOSS 1998).

Les avantages d'un protocole mixte (acoustique + capture) sont principalement de deux ordres :

- compléter les inventaires qualitatifs acoustiques grâce aux avantages offerts par la capture : une meilleure précision de l'identification spécifique pour les cas de complexes acoustiques ; la collecte d'informations sur les individus (sexe, âge, mensurations, etc.) ;

- comparer les résultats de deux méthodes d'inventaires des chiroptères en activité nocturne (capture au filet et écoute au détecteur) ; mesurer leurs efficacités respectives et leur éventuelle complémentarité.

Mais il subsiste un obstacle à l'intégration des données de capture dans un ensemble de données acoustiques : c'est celui de la quantification de l'activité, qui constitue un des réels avantages des inventaires acoustiques (BARATAUD 2012).

Plusieurs inconvénients surgissent lors de la mise en place d'un protocole mixte :

- lorsqu'un individu est capturé, il prive la station d'écoute proche du point de capture (les stations d'écoute et de capture sont spatialement proches et temporellement simultanées pour améliorer la comparaison entre les deux techniques) de contacts acoustiques potentiellement fournis par cet individu durant le temps de sa détention, et même après son relâcher si le stress lui commande de fuir la zone d'étude ; il s'ensuit donc un biais potentiel de sous-estimation de l'activité acoustique ;
- lorsqu'un individu est capturé dans un filet, il émet parfois des cris sociaux qui modifient le comportement de ses congénères, voire d'autres espèces présentes sur la zone, attirés par la source des émissions de détresse ; cela augmente le nombre de captures et peut, selon les positionnements respectifs des trois entités en interférence (station d'écoute, station de capture, chiroptères en vol), biaiser positivement ou négativement la comptabilité des contacts acoustiques ;
- si les indices d'activité acoustique sont désormais corrigés du biais de différentiel de détectabilité (variation de l'intensité d'émission entre espèces) grâce à l'application de coefficients

spécifiques de détectabilité acoustique (BARATAUD 2012), aucune réflexion similaire n'a jamais encore été réalisée, à notre connaissance, sur la technique de capture au filet. Or il semble évident à tout observateur que certaines espèces se capturent plus facilement que d'autres, ce qui, en toute logique, ne permet aucune comparaison des nombres d'individus capturés entre espèces pour tenter une exploitation quantitative de la fréquentation des habitats inventoriés. Ainsi, fondre dans un même ensemble les données acoustiques (corrigées du biais de détectabilité) et les données de capture (non corrigées du biais de

« capturabilité »), n'est pas judicieux. Plus généralement, toutes les études utilisant la capture au filet se heurtent à ce problème, dès que l'on est tenté d'utiliser leurs résultats pour comparer les taux de capture des différentes espèces. C'est à ce problème particulier que nous allons nous intéresser dans cet article, afin de voir si une correction du biais de « capturabilité » est possible. Cette démarche a déjà été réfléchi et appliquée dans une étude ayant pour cadre la faune chiroptérologique dans les forêts de Martinique (BARATAUD et al. 2017). C'est donc un essai de transposition au contexte forestier tempéré européen qui est présenté ici.



La « capturabilité » des espèces

De même que les espèces ne sont pas détectables acoustiquement de manière équivalente, elles n'ont pas la même probabilité de capture au filet.

Ainsi, lorsque des observateurs doivent traiter des données brutes issues de captures au filet sur terrains de chasse, les conclusions qu'ils peuvent en tirer sont d'ordre qualitatif : les espèces capturées sont présentes sur les sites concernés. Sur un plan quantitatif, la comparaison des effectifs au sein d'une même espèce, entre sites ou habitats différents, est possible ; mais la sensibilité à la technique d'inventaire, variable d'une espèce à l'autre, empêche toute comparaison interspécifique entre différents contextes spatiotemporels. En effet, les différences d'effectifs capturés ne peuvent pas être attribuées à l'habitat inventorié, mais seulement au contexte « filet ».

Deux paramètres principaux influencent la probabilité de capture chez une espèce, dans un habitat donné :

1. sa strate de vol préférentielle (qui peut être au-dessus de la hauteur maximale atteinte par les filets, cette dernière ne dépassant pas quatre mètres dans le cadre de nombreuses études) ;
2. les caractéristiques des signaux sonar (plus ou moins aptes à détecter les mailles du filet).

Le premier paramètre peut être renseigné par de nombreux relevés acoustiques qui permettent, grâce à une bonne directivité des microphones utilisés et l'appréciation de l'intensité des signaux reçus, de localiser approximativement les individus ; des observations visuelles au crépuscule permettent de préciser et conforter ces comportements spécifiques ; enfin, plus récemment, le développement de la

trajectographie apporte des informations précises. Le deuxième paramètre peut être déduit de deux manières : a) la connaissance théorique (bibliographie faisant état d'études en laboratoire) des systèmes sonar et de leurs performances ; b) l'occurrence de l'activité des espèces relevées au détecteur d'ultrasons, comparée avec les résultats de capture sur un même site lors d'une même soirée.

Un troisième paramètre joue également un rôle (en lien avec les deux autres) : c'est la vitesse de vol, qui permet en théorie à un individu d'anticiper plus ou moins tôt et facilement son comportement d'évitement face à un obstacle imprévu.

Les espèces à vol lent, utilisant la technologie sonar de détection de mouvement grâce aux longues et hautes fréquences constantes (Rhinolophes), ou bien les signaux à grandes largeurs de bande (Murins), sont ainsi plus performants dans la détection des filets.

Quant à l'utilisation plus ou moins forte de tel ou tel habitat par telle ou telle espèce (en lien avec ses capacités de vol et son régime alimentaire), c'est bien entendu un élément d'influence majeure sur les résultats. Cependant il n'a pas à être corrigé car il ne constitue pas un biais : c'est l'objectif de connaissance visé par l'étude (que l'on pourra correctement interpréter après correction des biais).

Proposition de coefficients de pondération

Afin de pondérer cette disparité, nous proposons un système de coefficients spécifiques liés à la probabilité relative de capture, basé sur l'ensemble de nos expériences croisées capture-détection en

Tableau 1.

Proposition de coefficients de « capturabilité » au filet, des chiroptères de France, en chasse dans un contexte forestier (chemin ou allée forestière, sous-bois peu dense), pour une hauteur de filet d'environ quatre mètres. Légende des abréviations : LB = largeur de bande ; FME = fréquence du maximum d'énergie. Les critères les plus défavorables à la capture de l'espèce sont en rouge.

Nom français	Nom latin	Coefficients	Commentaires		
			Type sonar	Hauteur de vol	Vitesse de vol
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	10	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Sérotine bicoloré	<i>Vespertilio murinus</i>	9	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Grande noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	9	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	9	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	9	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	9	LB étroite à moyenne, FME basse	au-dessus canopée	élevée
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	8	FME très haute, détection mouvement	canopée (sol)	faible
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	7	FME très haute, détection mouvement	sol à canopée	moyenne
Rhinolophe de Mehely	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	7	FME haute, détection mouvement	sol à canopée	moyenne
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	7	FME haute, détection mouvement	sol à canopée	moyenne
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	6	LB étroite à moyenne, FME haute	canopée (et moyenne)	élevée
Vespertilion échancré	<i>Myotis emarginatus</i>	5	LB large, FME haute	canopée (sol)	faible
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	4	LB étroite à moyenne, FME moyenne	canopée (et moyenne)	moyenne
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	4	LB étroite à moyenne, FME moyenne	canopée (sol)	élevée
Vespertilion d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	3,5	LB moyenne, FME haute	canopée (sol)	moyenne
Vespertilion de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	3,5	LB moyenne à large, FME moyenne à haute	canopée (sol)	moyenne
Pipistrelle soprano	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	3	LB étroite à moyenne, FME haute	canopée (sol)	moyenne
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	2,5	LB étroite à moyenne, FME moyenne	canopée (sol)	moyenne
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	2,5	LB étroite à moyenne, FME moyenne	canopée (sol)	moyenne
Vespertilion de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	2	LB large, FME moyenne à haute	sol (canopée)	faible
Murin d'Escalera	<i>Myotis escaleraei</i>	2	LB large, FME moyenne à haute	sol à canopée	faible
Vespertilion à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	1,5	LB moyenne, FME moyenne à haute	sol à canopée	moyenne
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1	LB étroite à moyenne, FME haute	sol (canopée)	moyenne
Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	0,8	LB moyenne, FME moyenne	sol à canopée	moyenne
Vespertilion des marais	<i>Myotis dasycneme</i>	0,8	LB moyenne, FME moyenne	faible à moyenne	moyenne
Vespertilion de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	0,8	LB moyenne, FME moyenne	faible à moyenne	moyenne
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	0,7	LB étroite, FME basse à moyenne	canopée (sol)	faible
Vespertilion de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	0,6	LB moyenne, FME moyenne	sol (canopée)	faible
Murin du Maghreb	<i>Myotis punicus</i>	0,5	LB moyenne, FME moyenne	sol (canopée)	faible à moyenne
Petit murin	<i>Myotis blythii</i>	0,5	LB moyenne, FME moyenne	sol (canopée)	faible à moyenne
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	0,5	LB moyenne, FME moyenne	sol (canopée)	faible à moyenne
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrotullaris</i>	0,4	LB étroite, FME basse à moyenne	sol à canopée	faible
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	0,4	LB étroite, FME basse à moyenne	sol (canopée)	faible
Barbastelle	<i>Barbastella barbastellus</i>	0,3	LB étroite, FME moyenne	sol (canopée)	moyenne à rapide

milieu forestier tempéré. Cette dernière précision est importante : dès que l'habitat change, les paramètres (strates et vitesse de vol ; caractéristiques du sonar) sont généralement modifiées ; un jeu de coefficients spécifiques est donc à créer pour chaque grand type d'habitat de vol des chiroptères, en lien avec son degré d'ouverture du milieu.

Ces coefficients multiplicateurs peuvent être appliqués aux nombres d'individus capturés pour chacune des espèces lors de l'exploitation des résultats, pour permettre une comparaison interspécifique, et/ou une combinaison avec des données acoustiques.

Le **Tableau 1** présente une proposition de critères applicables aux espèces françaises, correspondant aux trois paramètres d'influence à corriger. Ces critères (valables pour tous les habitats de vol) ont servi de base à l'élaboration de valeurs relatives (valables en contexte forestier avec une hauteur de filet inférieure à 4 m) dispersées le long d'un gradient. Ces coefficients déterminent donc, en forêt,

la « capturabilité » de chaque espèce, allant de celle jugée comme la plus facile à capturer (*B. barbastellus*), à l'espèce jugée comme la plus difficile (*T. teniotis*). L'espèce retenue comme « étalon » (dont le coefficient est égal à 1) est *P. pipistrellus*, choix subjectif guidé par l'idée d'une harmonisation avec les coefficients de détectabilité acoustique. De même, l'écart entre les valeurs minimale et maximale est conforme à celui des coefficients de détection acoustique, afin de faciliter une comparaison des données pondérées détecteur *versus* filet.

Bien sûr, ces coefficients ne résolvent rien du problème récurrent de l'absence, dans un inventaire, d'une espèce difficilement détectable par sa rareté, ou sa difficulté de capture. La pression d'observation reste l'élément primordial dans la robustesse des résultats. Associer l'écoute à la capture est aussi un excellent moyen de correction : beaucoup d'espèces difficilement capturables (comme les espèces de haut vol), sont facilement détectables acoustiquement.



Conclusion

Cette réflexion, suivie d'une proposition d'application, peut paraître un exercice de style inepte : si un tel procédé était justifié, ne serait-il pas imaginé et mis en place depuis longtemps ?

Une des réponses logiques est de considérer que les chiroptérologues pratiquant la capture au filet n'ont eu pour principale préoccupation que l'aspect qualitatif de leurs inventaires. Ceci est cohérent à l'échelle d'un seul observateur, qui ne dispose souvent que d'un ensemble de données assez retreint par type d'habitat. Mais à l'heure actuelle, plusieurs tentatives de synthèse des données sont en cours, coordonnées à l'échelle régionale par les associations naturalistes, et à l'échelle nationale par le Muséum National d'Histoire Naturelle ; elles mériteraient mieux qu'une simple exploitation qualitative. Et c'est dans ce contexte que la pertinence de la correction du biais de « capturabilité » entre espèces par type d'habitat, me semble suffisamment fondée pour être discutée.

Cet article n'a d'autre objectif que de mettre l'idée en lumière pour susciter le débat.

L'utilité d'une exploitation quantitative des données de capture au filet a de bonnes chances d'être reconnue par une majorité d'observateurs, de même que la variabilité d'une espèce à l'autre de la difficulté de capture, et de son impact sur l'interprétation quantitative des données : les principes d'efficacité, et de logique de raisonnement peuvent s'appliquer ici.

Par contre, les valeurs accordées aux espèces, avec la part de subjectivité liée au « dire d'expert », sont plus délicates à établir et méritent d'être débattues ; sachant que dans un tel raisonnement,

c'est la hiérarchie tout au long du gradient qui semble primordiale.

Dans toute étude sur l'utilisation comparée de l'habitat entre espèces, la présentation des valeurs « brutes » d'individus capturés, pourrait ainsi être complétée et même corrigée par des valeurs pondérées. Cette amélioration des possibilités d'interprétation des résultats entraînera, si elle est mise en pratique, un « dévoiement » des valeurs initiales du nombre d'animaux capturés – qui incarne notre réalité tangible – pour arriver à des valeurs « déformées » ; cet exercice aura certainement un impact psychologique fort chez certains observateurs. C'est un obstacle qui, bien que subjectif, pourrait à lui seul entraîner une résistance à l'utilisation de cette méthode. C'est d'ailleurs ce qui est parfois – de moins en moins avec le temps cependant – observé pour les indices d'activité acoustique, qui pourtant sont désormais majoritairement appliqués dans les études ; ce précédent validé favorisera-t-il l'adoption des coefficients de « capturabilité » ?

Si une telle procédure était approuvée, il resterait à proposer des jeux de coefficients pour d'autres types d'habitats (en canopée, en milieu ouvert ou de lisière), à partir de cet exemple forestier qui peut servir de base de réflexion et de calcul.



Bibliographie

Barataud, M. 2012. *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse.* Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.

Barataud, M., S. Giosa, G. Issartel, J. Jemin, M. Lesty & J-P. Fiard. 2017. Forêts tropicales insulaires et chiroptères : le cas de la Martinique (Petites Antilles – France). *Le Vespère* 7 : 411-457. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

Catzeflis, F., G. Issartel & J. Jemin. 2018. New data on the bats – Chiroptera - of Martinique island (Lesser Antilles), with an emphasis on sexual dimorphism and sex ratios. *Mammalia*. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2018-0121>.

Cervený J. 1998. Bat communities of mountain peat bogs in the Sumava Mts. (southwestern Bohemia, Czech Republic). *Lynx* 29: 11-21.

Cockle-Betian, A., M. Dewynter & K. Pineau. 2007. Le peuplement de chiroptères de la Roche Bénitier ; secteur Aya. Rapport ONF. 32 pp.

Simmons, N.B. & R.S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 237. 219 pp.

Remerciements

Je remercie Jean-François Desmet pour sa relecture et ses remarques, toujours pertinentes.

Enfin, merci à Maxime Leuchtman et Christian Maliverney ([galerie](#)) pour leurs photos.

Pour citer cet article :

BARATAUD. M. 2019. Réflexion autour de la « capturabilité » des chiroptères d'Europe. Proposition d'application de coefficients de correction de la variabilité interspécifique. *Plume de Naturalistes* 3 : 167-174.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes : www.plume-de-naturalistes.fr

Activité de chasse des chiroptères dans les forêts feuillues jeunes *versus* matures du PNR de Millevaches en Limousin

Par **Michel BARATAUD** ; GMHL (michel.barataud@orange.fr)
Sylvie GIOSA ; GMHL
Frédéric LAGARDE ; Le Champ des Possibles

Résumé

L'activité de chasse des chiroptères en forêt feuillue est mesurée acoustiquement au sol et en canopée, puis comparée entre peuplements jeunes (< 50 ans) *versus* matures (80 à 120 ans) dans la zone géographique du bassin Vienne amont du PNR de Millevaches en Limousin.

Les résultats montrent que l'activité globale est plus élevée en forêt mature. *M. nattereri* est la seule espèce à être plus active en forêt jeune. Plusieurs variables, liées à la structuration verticale du milieu forestier, expliquent les différences d'utilisation des différentes classes d'âge et strates forestières par les espèces et les guildes d'espèces. Les espèces de lisière (*P. pipistrellus* et *E. serotinus*) semblent pénalisées en forêt jeune par la couverture uniformément dense de la canopée et le manque de structurations verticale et horizontale. La guildes des glaneurs spécialistes du sous-bois est plus active au sol qu'en canopée, notamment en forêt mature.



Introduction

Un groupe d'espèces insectivores occupant des niches écologiques variées souvent spécialisées, comme les chiroptères, peut potentiellement être un bon bio indicateur de la qualité de ses habitats de chasse (JONES *et al.* 2009). Le nombre et la nature des espèces présentes en un lieu donné, associés à un indice mesurant leur activité nocturne, permettent un diagnostic ponctuel concernant l'intérêt des écosystèmes étudiés (AHLÉN & BAAGØE 1999 ; LACKI *et al.* 2007). Sur les 36 espèces connues actuellement en France, 40 % peuvent être qualifiées de forestières spécialisées (gîtes et terrains de chasse quasi exclusivement en forêt) et 51 % de forestières partielles (gîtes et/ou terrains de chasse partiellement en forêt) (MESCHEDE & KELLER, 2003 ; SMITH 2006). Ces dernières appartiennent souvent à une guildes plus ubiquiste étant mieux adaptée aux perturbations naturelles (TILLON 2001 ; HAYES & LOEB 2007 ; MEHR *et al.* 2012) ou d'origine anthropique (CAMPRODON *et al.* 2009 ; GULDIN *et al.* 2007 ; PAULI *et al.* 2015) des écosystèmes originels post-glaciaires.

La difficulté d'étudier l'activité des chiroptères (espèces de petite taille, nocturnes, volantes et inaudibles à l'oreille humaine) est aujourd'hui atténuée par la mise au point d'une technique (détection des ultrasons émis par les individus en vol) et d'une méthode associée (identification acoustique des espèces et comptabilité de leurs types d'activité) (BARATAUD 1996 ; 2002a ; 2012). Il est donc désormais possible de mettre en évidence le niveau d'activité des différentes espèces durant la saison de chasse dans plusieurs types d'habitats. Les résultats permettent de hiérarchiser les paramètres influençant la fréquentation des milieux par les chauves-souris (BARATAUD 2002b, 2006, 2012 ;

BARATAUD & GIOSA 2010 ; BARATAUD *et al.* 2013, 2017 ; BOONMAN 1996 ; DE JONG 1995 ; ESTRADA-VILLEGAS *et al.* 2010 ; HAYES 1997 ; MOESCHLER & BLANT 1990 ; VAUGHAN *et al.* 1997 ; WALSH & MAYLE 1991).

La région Limousin compte à ce jour 26 espèces de chiroptères, dont 13 peuvent être qualifiées de spécialistes forestiers car chassant (et gîtant aussi pour la plupart) prioritairement en sous-bois, et 10 autres effectuant une partie de leur cycle vital en forêt (MESCHEDE & KELLER 2003).

Le Parc naturel régional de Milleval en Limousin, créé en 2004, couvrant 113 communes et 3143 km², se situe au carrefour des trois départements du Limousin. La densité de population humaine est faible (12 habitants au km²) et surtout concentrée dans les bourgs périphériques. Si les landes et tourbières constituent l'image typique de cette zone, elles ne représentent que 2,8 % de sa superficie, contre 54,7 % de surface boisée ; cependant, 56 % des boisements sont voués à une sylviculture intensive, essentiellement résineuse avec de courtes rotations entre deux coupes rases. Une majorité de la forêt subnaturelle (feuillus autochtones) correspond à de jeunes accrus ou recrus en petites parcelles ou en cordons fragmentés, les boisements matures subissant une accélération des coupes rases pour répondre notamment à la demande en bois énergie. Le PNR a lancé en mars 2018 un appel à initiatives pour la biodiversité portant sur la trame écologique Vienne amont, financé par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne et le Conseil régional de Nouvelle Aquitaine, dont un des volets porte sur les chiroptères en tant que bio indicateurs forestiers. Le Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL) a été chargé de l'élaboration du protocole, du choix des sites, de la collecte et de

l'interprétation des données ; l'association Le Champ des Possibles a réalisé les analyses statistiques.

La question posée était la suivante : les forêts feuillues les plus anciennes du territoire d'étude jouent-elles le rôle de réservoir de diversité et d'abondance en chauves-souris ?

Pour tenter d'y répondre, nous nous proposons de déterminer si : la diversité des espèces spécialistes du sous-bois (*Barbastella barbastellus*, *Myotis alcaethoe*, *M. bechsteinii*, *M. brandtii*, *M. emarginatus*, *M. myotis*, *M. mystacinus*, *M. nattereri*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *Rhinolophus hipposideros*, *R. ferrumequinum*) et dans une moindre mesure des espèces de lisières fréquentant aussi le sous-bois (*Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. nathusii*, *P. pygmaeus*, *Eptesicus serotinus*) d'une part, et leur abondance (mesurée à travers le niveau de l'activité de chasse, et non le nombre d'individus) d'autre part, sont corrélées aux caractères plus ou moins ancien et perturbé d'une forêt.

Méthode et matériel

Méthode d'inventaire

Les points d'échantillonnages sont inventoriés grâce à la méthode d'écologie acoustique dont les spécificités sont : l'écoute active en direct grâce à des détecteurs manuels ; l'analyse auditive et informatique des séquences sonores ; l'identification jusqu'à l'espèce intégrant le comportement des individus ; la comptabilité précise de l'activité pondérée de chasse en nombre de contacts par heure.

Pour un inventaire qualitatif et quantitatif plus exhaustif en forêt, il est nécessaire de prendre en compte les deux strates verticales extrêmes : en effet, l'activité en canopée toutes espèces confondues représente 40 % de l'activité totale mesurée (sol + canopée), et 5 espèces effectuent plus de 60 % de leur activité de chasse en canopée (BARATAUD & GIOSA 2017). Des écoutes simultanées sont donc réalisées par deux observateurs grâce à



Paysage du Plateau de Millevaches
© Michel BARATAUD

deux microphones décalés verticalement : l'un au sol, et l'autre dans le feuillage sommital ; ils sont tous deux positionnés avec un angle moyen de 20° par rapport à l'horizontale.

La redondance des contacts (même individu contacté simultanément par les deux microphones) est réduite grâce à un positionnement optimal des deux micros : éloignement vertical + latéral de 16 à 28 m (médiane = 22 m) ; directions opposées (les microphones utilisés sont directionnels) ; écran de feuillage dense entre les deux. Le taux de doublons est en moyenne de 0,5 % (0 % à 3,6 %) pour les espèces visées dans cette étude.

L'identification des taxons est réalisée selon la méthode naturaliste d'écologie acoustique (BARATAUD 2012), qui permet d'attribuer à chaque contact une classification correcte jusqu'à l'espèce avec un taux supérieur à 95 %, y compris pour les groupes complexes du genre *Myotis*, mal reconnus par les logiciels d'identification automatique (FAUVEL et al. 2014 ; JAY 2018). Certaines espèces sont identifiables en direct par analyse auditive (Barbastelle, Pipistrelles, Sérotine, Noctules...) ; pour les cas plus complexes (Murins, Oreillard, « sérotules »), les séquences sont enregistrées pour analyse auditive et informatique ultérieure, puis archivées. Afin d'éviter le biais observateur, toutes les identifications sont validées par une même personne avant d'être intégrées dans la base de données. Pour les séquences enregistrées en canopée, une adaptation de certains critères de la clé d'identification des espèces de *Myotis* est nécessaire, la réverbération des signaux dans le feuillage générant des artefacts comme un faux claquement final, un brouillage de l'image sur spectrogramme, etc. ; cette correction est désormais maîtrisée grâce aux doublons collectés durant quatre années de pratique depuis 2014. Toutes

les espèces contactées sont identifiées et intégrées à la base de données, mais seules les espèces indicatrices de l'activité en sous-bois sont prises en compte dans l'exploitation des données.

La quantification de l'activité est réalisée selon la méthode de comptabilité dite « précise » : un contact correspond à l'occurrence de signaux d'un individu d'une espèce de chiroptère (maximum appréciable = 5 individus) captés en hétérodyne, par tranches de cinq secondes. Le type d'activité est noté : chasse (présence de phase de capture ou d'un rythme typique de recherche de proies), transit (rythmes témoignant d'une recherche passive d'obstacles), social (signaux de communication intraspécifique) ; seuls les contacts de chasse (lien fort avec l'habitat) et les contacts de transit (lien faible avec l'habitat), sont informatifs dans le cadre de cette étude.

L'intensité des émissions sonar est différente selon les espèces, ce qui empêche la comparaison de leurs indices d'activité respectifs. Afin de pondérer cette disparité, nous utilisons un coefficient de détectabilité acoustique (BARATAUD 2012), corrélé à la distance de perception de chaque espèce évoluant en milieu forestier pour un observateur équipé d'un détecteur Pettersson D1000X. Ce coefficient est appliqué aux indices spécifiques pour permettre une comparaison des espèces ou des groupes d'espèces entre eux. Il a pour effet également d'harmoniser le volume d'une station d'écoute entre les espèces ; une station correspond ainsi à un volume schématiquement conique (les microphones utilisés sont assez directionnels) d'environ 7000 m³. La faible probabilité de contacter une espèce discrète acoustiquement ne peut être corrigée ; mais l'application du coefficient donne plus de poids aux contacts de cette espèce lorsqu'ils se produisent.

Contenu de la base de données

Chaque contact acoustique (= occurrence de signaux sonar d'un individu de chiroptère par tranche de cinq secondes) est noté, et relié à un ensemble de paramètres : espèce ; niveau de confiance de l'identification ; type d'activité (chasse, transit, social) ; date ; heure (précise à la seconde) ; identifiant de la station ; coordonnées X & Y ; hauteur (sol ou canopée) ; doublon (redondance ou non entre le micro au sol et celui en canopée) ; 33 variables descriptives des contextes abiotique et biotique ; référence de la séquence enregistrée.

Matériel

Les détecteurs utilisés sont deux D1000X de Pettersson Elektronik AB (Suède), équipés de l'hétérodyne et de la division de fréquence (couplés pour l'écoute en direct), de l'expansion temporelle par 10 (analyses auditives et informatique ultérieures) et d'une carte mémoire CF intégrée pour les enregistrements. Les écoutes en canopée sont réalisées grâce à un câble rallonge de 30 m pour microphone de D1000X et un dispositif d'équipement de l'arbre [grâce à un lance-pierre ou un big-shot selon la hauteur de l'arbre, une olive en plomb de 60 g (lance-pierre) ou de 160 g (big-shot), une canne avec moulinet de lancer et tresse de 28

Tableau 1.

Guildes écologiques utilisées, avec leurs espèces contactées durant cette étude.

Guilde habitat	Guilde technique chasse	Guilde trophique	Espèces
Sous-bois	Glaneur	Spécialiste	<i>Myotis emarginatus</i>
			<i>Myotis myotis</i>
			<i>Plecotus auritus</i>
			<i>Plecotus austriacus</i>
		Généraliste	<i>Myotis nattereri</i>
			<i>Myotis bechsteinii</i>
	Poursuite	Spécialiste	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
			<i>Rhinolophus hipposideros</i>
			<i>Barbastella barbastellus</i>
		Généraliste	<i>Myotis daubentonii</i>
<i>Myotis brandtii</i>			
<i>Myotis mystacinus</i>			
Lisière	Poursuite	Généraliste	<i>Myotis alcathoe</i>
			<i>Eptesicus serotinus</i>
			<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
			<i>Pipistrellus nathusii</i>
			<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Haut vol	Poursuite	Spécialiste	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
			<i>Nyctalus lasiopterus</i>
			<i>Nyctalus leisleri</i>

100° mm] pour le hissage du microphone en canopée (ficelle nylon noir de 4 mm de diamètre). L'analyse informatique des sons est réalisée grâce au logiciel BatSound (Pettersson Elektronik AB).

Guildes écologiques

Trois catégories de guildes d'espèces ont été formées (**Tableau 1**). La catégorie liée aux habitats de chasse comprend la guildes de spécialistes du sous-bois, la guildes de spécialistes des lisières (verticales en trouées et clairières, horizontales au-dessus de la canopée), et la guildes de haut vol (qui exploite la strate aérienne bien au-dessus de la canopée, et n'est donc que peu - ou pas - influencée par les variables d'habitat décrites en sous-bois). La catégorie liée aux techniques de chasse comprend les chasseurs en poursuite qui ne capturent que des insectes actifs en vol, et les glaneurs capables de capturer en vol lent ou sur place des proies posées sur un substrat ; selon la technique utilisée, le coût énergétique (plus important pour les glaneurs) et la rentabilité (meilleure pour les glaneurs : la biomasse de proies disponibles sur le terrain de chasse et celle des proies accessibles au prédateur sont très proches) sont différents. Enfin, la catégorie liée au régime alimentaire comprend une guildes de spécialistes (souvent axés sur les lépidoptères) et de généralistes.

Catégories de peuplements

Deux types de classes d'âges sont ciblés :

1. forêt mature/ancienne : qualification par défaut (« mature à ancienne » devrait logiquement correspondre à une forêt de plus de 150 à 200 ans) d'un peuplement d'essences autochtones, dont le couvert forestier ancien est attesté par les archives cartographiques

de référence, et n'ayant pas subi de perturbation importante (coupe rase, tempête, incendie) depuis plus de 80 ans ;

2. forêt jeune : peuplement d'essences autochtones, issu d'accrus ou de recrus, âgé de 30 à 50 ans.

Ces classes âges présentent en Limousin des différences d'attractivité pour les chiroptères en chasse (BARATAUD *et al.* 2016). Il s'agit – surtout pour la classe jeune – d'âge structurel ne correspondant pas forcément à l'âge réel : la vitesse de croissance (hauteur, diamètre du tronc, structure) d'un arbre est très dépendante des conditions stationnelles, la variabilité de ces dernières pouvant générer une convergence de structure entre des arbres d'âges réels très différents. Ainsi, l'âge structurel correspond à une appréciation mêlant le type d'essence, la hauteur des houppiers, le diamètre des troncs, la structure des arbres dominants et son implication sur la structuration du sous-bois.

La sélection des peuplements a été réalisée dans un premier temps sur photographie aérienne, afin de séparer les massifs feuillus des massifs résineux, puis repérer parmi les premiers les deux classes d'âges grâce à la texture plus ou moins homogène de la canopée (**Figure 1**). Dans un second temps, les sites présélectionnés étaient contrôlés sur le terrain avant validation finale.

Secteurs et sites

Un secteur est un massif feuillus contenant les deux classes d'âge visées par cette étude. Chacun des six secteurs sélectionnés (**Figure 2**) contient deux sites (un jeune et un mature), chacun d'une surface minimale de 10 ha la plus compacte et homogène possible. Cette organisation spatiale des sites jeune et



Figure 1.

Photographie aérienne (Géoportail, © IGN) du secteur du Bois du Rocher et des Vergnes, montrant les différences de texture entre les plantations résineuses, les forêts feuillues jeunes et les forêts feuillues matures.

mature groupés par paires permet une comparaison plus pertinente des classes d'âge : l'hypothèse posée est qu'un même cortège d'individus de chiroptères opère une sélection (positive, négative, neutre) des classes d'âges présentes sur son territoire de chasse. Les deux sites (jeune et mature) d'un même secteur sont donc le plus proche possible (distance médiane = 540 m ; min. 120 ; max. 1050) ; les secteurs sont par contre dispersés sur la zone d'étude (distants de 11,5 km en médiane ; min. 4,2 ; max. 19) afin de

garantir l'indépendance des relevés acoustiques, par une réduction des risques de fréquentation de deux secteurs par un même ensemble d'individus de chiroptères, dont la dispersion moyenne connue sur leurs territoires de chasse est de 3 à 10 km selon les espèces.

Points d'écoute et stations

Chaque site est échantillonné au moyen de trois points d'écoute (points projetés géoréférencés) distants horizontalement

de plus de 60 m (pour une indépendance des relevés entre points, la distance maximale de perception acoustique des espèces en sous-bois étant de 30 m). La sélection des points n'est pas aléatoire ; elle obéit à une harmonisation entre tous les points de tous les sites : ils sont situés en cœur de parcelle, en respectant une distance minimale de 30 mètres par rapport à un écotone : plan d'eau ou cours d'eau, chemin sous-bois, trouée, lisière extérieure. Tous ces écotones sont des facteurs d'influence (positive ou négative selon les espèces) de l'activité de chasse, le cœur de parcelle étant le plus facilement reproductible d'un site à l'autre, et le plus

attractif pour les espèces spécialistes du sous-bois particulièrement visées par cette étude.

Sur chaque point, deux stations (= volume de perception d'un microphone) sont disposées avec un décalage vertical de 11,5 à 25,5 mètres (médiane = 18 m) selon la hauteur du peuplement, et un décalage horizontal de quelques mètres (générant une distance médiane de 24 m – min. 17 ; max. 27,5 – entre les deux micros) pour éviter les doubles contacts.

Le nombre total de stations inventoriées est de 72, réparties sur 36 points d'écoute, 12 sites et 6 secteurs.

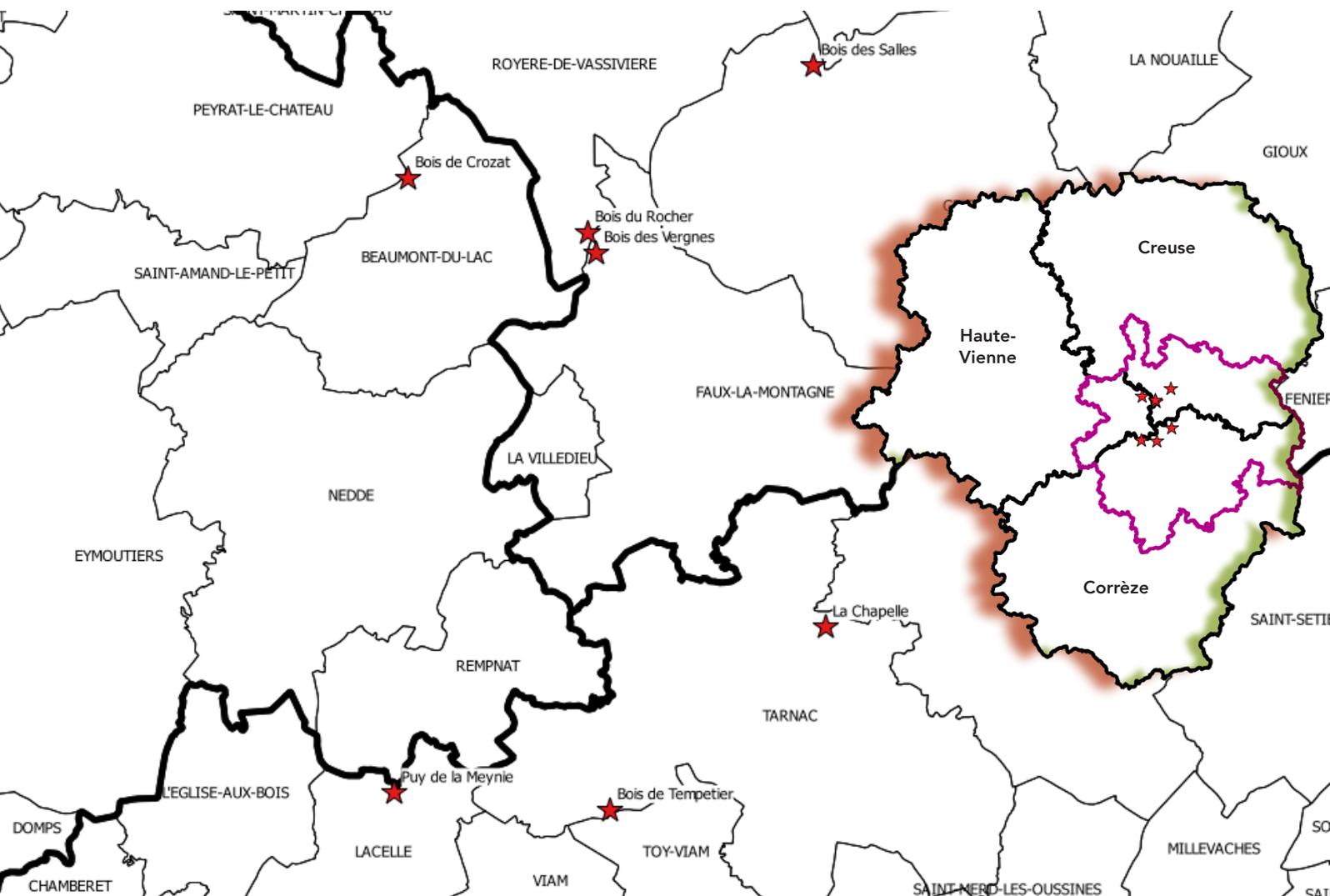


Figure 2.

Situation du PNR Millevaches (contour violet dans l'encadré de droite) en Limousin, et répartition des six secteurs d'étude (en gros plan à gauche), comprenant chacun deux sites : un en forêt jeune, l'autre en forêt mature. En Haute-Vienne : bois de Crozat ; en Creuse : Bois du Rocher & Vergnes, bois des Salles ; en Corrèze : Puy de La Meynie, La Chapelle, bois de Tempétier.

Pression d'écoute

La durée d'écoute minimale sur chaque station est d'une heure en continu ; cette durée correspond au meilleur compromis entre le nombre d'espèces contactées et l'effort d'écoute (ARCHAUX 2008). Les espèces moins facilement détectables (rares, discrètes acoustiquement) ont une probabilité de contact moindre à l'échelle de la station (une à deux heures d'écoute), mais ceci est compensé par le nombre de stations ($n = 6$) à l'échelle du site (cumulant huit heures d'écoute).

Afin d'évaluer la variabilité intra stationnelle, un point d'écoute sur chaque site fait l'objet d'une répétition d'inventaire à 24 ou 48 h d'intervalle, par météo similaire. Cette répétition veille à respecter un nombre identique d'heures incluant le crépuscule (généralement plus riches en contacts d'espèces de lisière) et d'heures nocturnes, pour les deux types de peuplements testés (jeune *versus* mature).

Le temps d'écoute total est de huit heures par site [six stations (sol et canopée) dont quatre d'une heure et deux de deux heures] x 12 sites = 96 heures.

Période des relevés

Elle s'étend de mi-mai à mi-juillet. Cette période annuelle correspond dans le cycle biologique des chiroptères à celle où seuls les adultes et subadultes sont sur les zones de chasse ; après mi-juillet les juvéniles viennent augmenter le nombre d'individus sur les terrains de chasse, et donc potentiellement le nombre de contacts, ceci d'une manière variable selon le succès de la reproduction d'une année à l'autre.

Une soirée de relevés s'étale au maximum sur les quatre premières heures à partir du crépuscule ; cette période nocturne

concentre le maximum d'activité des espèces étudiées. Chaque secteur est inventorié (deux soirées sur six points + une soirée de répétition sur deux points) sur trois soirées consécutives à météo similaire.

Analyses statistiques

Pour chaque parcelle inventoriée, des caractéristiques structurelles des milieux ont été relevées. Afin d'examiner si les parcelles inventoriées correspondant à des futaies récentes ou anciennes pouvaient être discriminées entre elles sur la base de ces caractéristiques de structure, une ACP a été réalisée, à l'aide du logiciel PCORD 5.0 (McCUNE & MEFFORD 2005).

Le nombre de sites étudiés (12 en tout : 6 forêts jeunes et 6 forêts matures) nous empêchait d'avoir recours à des statistiques paramétriques qui permettent d'examiner globalement les effets relatifs de la strate et de l'âge de la futaie ainsi que leurs interactions éventuelles sur les fréquences de contacts observées. Le faible échantillon entraînait le recours à des statistiques non paramétriques, obligeant à tester chaque paramètre, l'un après l'autre, sans pouvoir examiner les interactions éventuelles. Les sites jeune *versus* mature étant groupés par couples au sein d'un même massif, nous avons pu utiliser des méthodes d'analyses statistiques non paramétriques pour échantillons appariés, renforçant la sensibilité des tests en les affranchissant en partie de la variabilité des résultats d'échantillonnages liés aux différences entre massifs forestiers. Les tests retenus sont des tests de Wilcoxon pour échantillons appariés, pour comparer les valeurs d'activité entre forêts jeunes et matures ou entre strates au sein des parcelles. Ils ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica 6.1 (Statsoft Inc. 2004).

Résultats et commentaires

Diversité spécifique

Sur les 21 espèces potentiellement présentes sur la zone d'étude, 20 ont été inventoriées au cours des 96 heures d'écoute. Les 48 premières heures ont révélées 76 % de la diversité potentielle ; au bout de 54 h la diversité était de 86 % pour atteindre les 95 % définitifs au bout de 80 h. Seule la Noctule commune, espèce localisée en Limousin dans les parties plus basses des vallées du bassin de la Vienne, reste absente. Même des espèces rares en Limousin comme *P. nathusii* (Bois des Salles ; Gentioux – 23) ou *P. pygmaeus* (Bois de Tempêtier ; Tarnac – 19) ont été contactées ; la présence de *R. ferrumequinum* au « cœur » du Plateau de Millevaches dans le Bois de Tempêtier à 740 m d'altitude, est remarquable pour cette espèce plutôt thermophile, les données les plus proches étant situées en hivernage à 16 km au nord-ouest à

Eymoutiers (87) ou en reproduction à 23 km au sud dans les Monédières. Enfin *M. daubentonii*, spécialiste de la chasse au ras des surfaces aquatiques calmes, fréquente plus rarement la forêt, et n'a fourni qu'un contact dans le Bois des Salles.

Pour plusieurs espèces (*M. daubentonii*, *N. leisleri*, *P. austriacus*, *P. nathusii*, *P. pygmaeus*, *R. ferrumequinum*), les données sont trop rares pour tirer des conclusions valides sur leurs préférences écologiques dans le contexte de cette étude.

Activité pondérée des espèces

Les espèces spécialistes des lisières chassent aussi parfois en milieu intra forestier. *P. pipistrellus*, espèce euryèce et ubiquiste, domine généralement tous les inventaires ; c'est le cas ici avec un indice global de 15,5 contacts/heure, et une présence sur l'ensemble des secteurs et sur 84,7 % des stations.



Pipistrellus pipistrellus
© François SCHWAAB

La guilda de sous-bois comprend des espèces spécialisées, généralement exigeantes quant à la qualité structurelle et trophique de l'habitat de chasse. Parmi les espèces les plus contactées au sein cette guilda, *B. barbastellus* est la plus active avec 4,5 c/h sur l'ensemble des relevés ; ce chasseur en poursuite hautement spécialisé sur les petits lépidoptères nocturnes est noté sur tous les secteurs et sur 36,1 % des stations. *P. auritus*, majoritairement glaneur de proies posées sur le feuillage et relativement spécialisé sur les lépidoptères, affiche 3,4 c/h en moyenne avec une présence sur tous les secteurs et sur 26,4 % des stations. *R. hipposideros*, chasseur en poursuite relativement spécialisé sur les lépidoptères, affiche 2,3 c/h en moyenne mais sur une seule station (au sol, boisement mature, site de La Chapelle à Tarnac – 19) ; 220 contacts pondérés ont été obtenus sur deux relevés d'une heure chacun, à 48 h d'intervalle, pouvant provenir d'un seul individu ou de quelques individus fortement cantonnés à cette période.

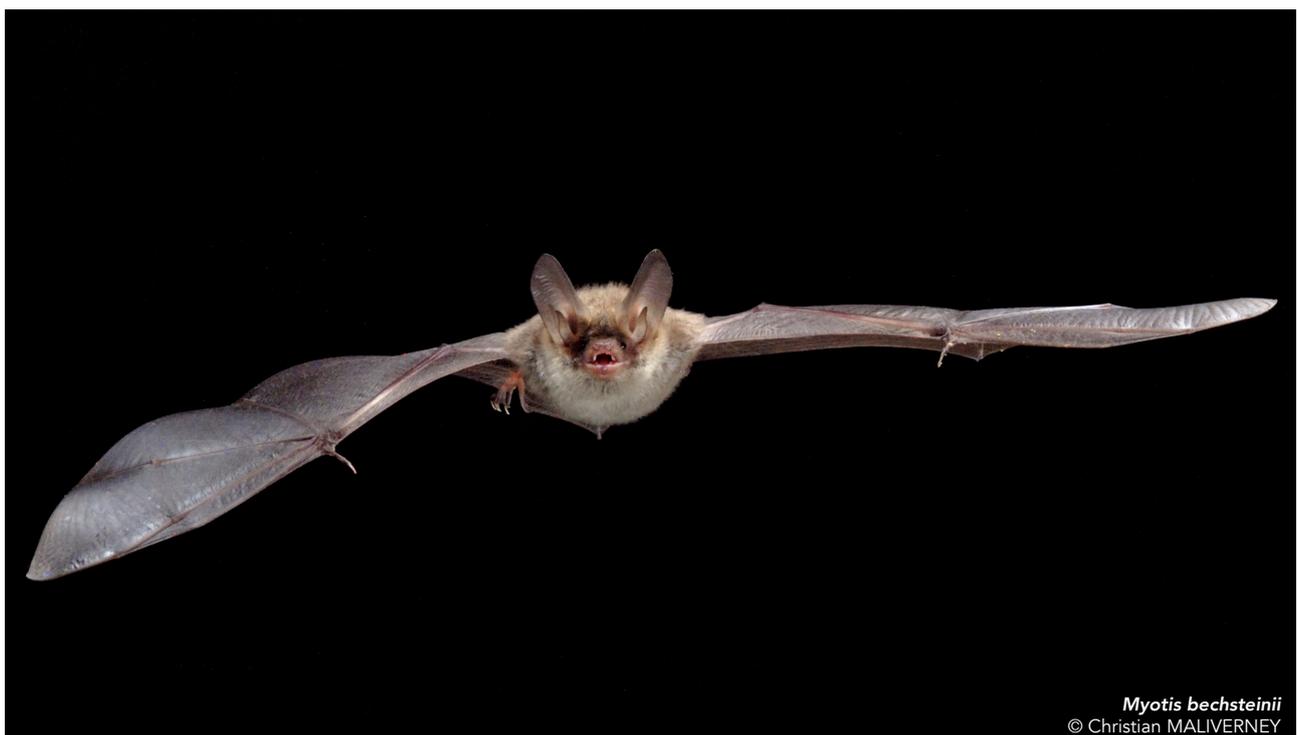
M. bechsteinii est une espèce surtout glaneuse considérée comme liée aux

forêts anciennes (FÜHRMANN et al. 2002 ; KERTH et al. 2001, 2002 ; LÜTTMAN et al. 2003 ; MESCHÉDE & KELLER 2003 ; SCHOFIELD & MORRIS 2000 ; WOLZ 1992, 1993a, 1993b). Son indice global est de 1,7 c/h sur 20,8 % des stations.

M. alcathoe, chasseur en poursuite affectionnant les forêts à forte naturalité (LUČAN et al. 2009), a un indice global de 1 c/h et n'est noté que sur 22,2 % des stations.

M. myotis, glaneur du sol spécialisé sur les gros carabes forestiers, a un indice de 0,7 c/h mais il est présent sur 41,6 % des stations ; les peuplements jeunes sont bien fréquentés, sans doute en lien avec une meilleure accessibilité des proies circulant sur le sol dégagé, pauvre en strates basses (herbacée, buissonnante, arbustive), typique des peuplements jeunes inventoriés.

Deux espèces de haut vol ont été contactées. *N. leisleri* l'a été uniquement sur le site du Bois de Crozat (Beaumont-du-Lac – 87), et *N. lasiopterus* sur 16,7 % des stations ; cette dernière espèce, insectivore et ornithophage, est bien présente sur le Plateau de Millevaches



Myotis bechsteinii
© Christian MALIVERNEY

Tableau 2.

Liste des espèces, ventilées dans trois guildes d'habitats, contactées acoustiquement dans les deux classes d'âge de peuplements feuillus, au sol et en canopée. Les indices d'activité pondérés sont exprimés en nombre de contacts par heure.

Guildes	Espèces	Peuplements 30 à 50 ans				Peuplements > 80 ans			
		Indice d'activité global	% n. stations	Indice d'activité canopée	Indice d'activité sol	Indice d'activité global	% n. stations	Indice d'activité canopée	Indice d'activité sol
Sous-bois	<i>B.barbastellus</i>	1,59	27,8%	1,28	1,91	7,33	44,4%	5,03	9,63
	<i>M.alcathoe</i>	0,52	11,1%	0,94	0,10	1,41	11,1%	2,60	0,21
	<i>M.bechsteinii</i>	1,51	22,2%	1,56	1,46	1,82	19,4%	0,21	3,44
	<i>M.brandtii</i>	0,21	2,8%	0,42		0,86	5,6%	0,94	0,78
	<i>M.daubentonii</i>					0,05	2,8%	0,10	
	<i>M.emarginatus</i>	0,06	2,8%	0,13		0,76	5,6%		1,51
	<i>M.myotis</i>	0,39	13,9%	0,07	0,71	0,33	27,8%	0,35	0,31
	<i>M.mystacinus</i>	0,42	8,3%	0,52	0,31	0,94	8,3%	1,35	0,52
	<i>M.nattereri</i>	2,13	30,6%	0,52	3,75	0,12	5,6%		0,24
	<i>P.auritus</i>	1,72	19,4%	1,88	1,56	5,13	33,3%	0,31	9,95
	<i>P.austriacus</i>					0,05	2,8%	0,10	
	<i>R.ferrumequinum</i>	0,10	2,8%	0,21					
<i>R.hipposideros</i>					4,58	2,8%		9,17	
Lisière	<i>E.serotinus</i>	0,22	11,1%	0,07	0,38	0,48	36,1%	0,52	0,45
	<i>P.kuhlii</i>	0,23	16,7%	0,42	0,04	0,40	16,7%	0,38	0,42
	<i>P.nathusii</i>	0,04	2,8%	0,08	0,00	0,02	2,8%	0,04	
	<i>P.pipistrellus</i>	7,04	72,2%	11,71	2,38	24,06	97,2%	20,75	27,38
	<i>P.pygmaeus</i>					0,03	2,8%		0,05
Haut vol	<i>N.lasiopterus</i>	0,06	13,9%	0,06	0,06	0,21	19,4%	0,18	0,24
	<i>N.leisleri</i>	0,01	2,8%		0,03				
Toutes espèces		16,27	n = 36	19,85	12,69	48,57	n = 36	32,87	64,28
Gilde lisière		7,54	75,0%	12,28	2,80	24,99	97,2%	21,69	28,29
Gilde ss-bois, glaneur		5,81	61,1%	4,15	7,48	8,58	61,1%	0,98	16,19
Gilde ss-bois, poursuite		2,84	44,4%	3,36	2,33	14,68	55,6%	10,03	19,32

principalement dans sa partie nord, ainsi que le long des Gorges de la Dordogne en Corrèze. L'écologie trophique de ces deux Noctules est influencée par des composantes à une échelle plus paysagère que stationnelle ; ainsi les variables intra forestières ne peuvent être utilisées de manière pertinente.

Activité des espèces et guildes selon la classe d'âge et la strate

Les valeurs d'activités pondérées pour l'ensemble des taxons sont détaillées dans le **Tableau 1**.

Les indices d'activité obtenus lors de cette étude sont conformes voire supérieurs aux

moyennes régionales, sans doute en raison de la surface et de la qualité des secteurs forestiers retenus, et des conditions météorologiques bonnes et stables sur toute la période considérée. L'activité toutes espèces confondues relevées dans cette étude est de 16,3 c/h dans les peuplements jeunes et de 48,5 c/h dans les peuplements matures. Cette différence est conforme aux relevés antérieurs (GMHL non publié) réalisés entre 2007 et 2017 sur le Plateau de Millevaches dans les mêmes conditions (peuplements feuillus, écotone de sous-bois), qui donnent 9,8 c/h dans les peuplements jeunes (17 h 35' d'écoutes) et 45,5 c/h dans les peuplements matures (62 h 05' d'écoutes). La moyenne régionale, calculée entre 2007 et 2018 dans huit régions forestières, donne 18,1 c/h dans les peuplements jeunes (88 h d'écoutes) et 44,4 c/h dans les peuplements matures (202 h 25' d'écoutes).

Le taxon « toutes espèces confondues » montre une activité significativement plus élevée dans les peuplements matures ($N = 6$; $Z = 1,99$; $p = 0,046$). L'activité dans ces peuplements matures est plus forte près

du sol qu'en canopée ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,027$).

L'attractivité des forêts matures se vérifie pour la plupart des espèces examinées séparément. Elle est significative pour *E. serotinus* ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,027$) et *P. pipistrellus* ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,027$), deux espèces de la guildes de lisière. *M. nattereri* fait exception en étant significativement plus actif en forêt jeune ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,02$). Ce fait pourrait être lié aux capacités particulières de son sonar, apte à détecter tous types de proies, qu'elles soient en vol ou posées de façon discrète (SIEMERS & SCHNITZLER 2000) ; cette réduction de la différence entre quantité de proies disponibles et quantité de proies accessibles, pourrait lui permettre de chasser majoritairement dans des habitats jugés sous optimaux par d'autres espèces, et ainsi de réduire la compétition alimentaire. Toutes classes d'âge confondues, l'activité au sol est significativement plus élevée qu'en canopée pour *M. bechsteinii* ($N = 12$; $Z = 2,20$; $p = 0,02$) et *M. myotis* ($N = 12$; $Z = 2,38$; $p = 0,01$).



La guilda des espèces de lisière est largement dominée, en nombre de contacts, par *P. pipistrellus* ; on retrouve donc la même préférence pour les peuplements matures, avec une activité significativement plus forte au sol qu'en canopée ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,02$).

La guilda des espèces « sous-bois glaneuses » préfère les forêts matures, avec une activité plus élevée au sol ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,02$). Toutes classes d'âge confondues, l'activité au sol est significativement plus élevée qu'en canopée pour cette guilda ($N = 6$; $Z = 2,20$; $p = 0,02$).

L'activité est donc globalement plus forte dans les peuplements matures que dans les peuplements jeunes, mais le croisement de

plusieurs variables (classes d'âges, strates de vol et guildes d'espèces) conduit à une interprétation intéressante sur la relation entre structure de l'habitat forestier et son utilisation par les chiroptères en chasse.

Les **Figures 3a et 3b** montrent la distribution des valeurs d'activité de chasse entre guildes (sous-bois *versus* lisière), strates (sol *versus* canopée) et classes d'âge (jeune *versus* mature). En ce qui concerne la guilda de sous-bois, les différences d'activité jeune *versus* mature sont proches entre canopée (2 fois plus forte en mature) et sol (1,7 fois plus forte en mature). Pour la guilda de lisière, les différences d'activité jeune *versus* mature sont très marquées entre canopée (3,5 fois plus forte en mature) et sol (15,9 fois

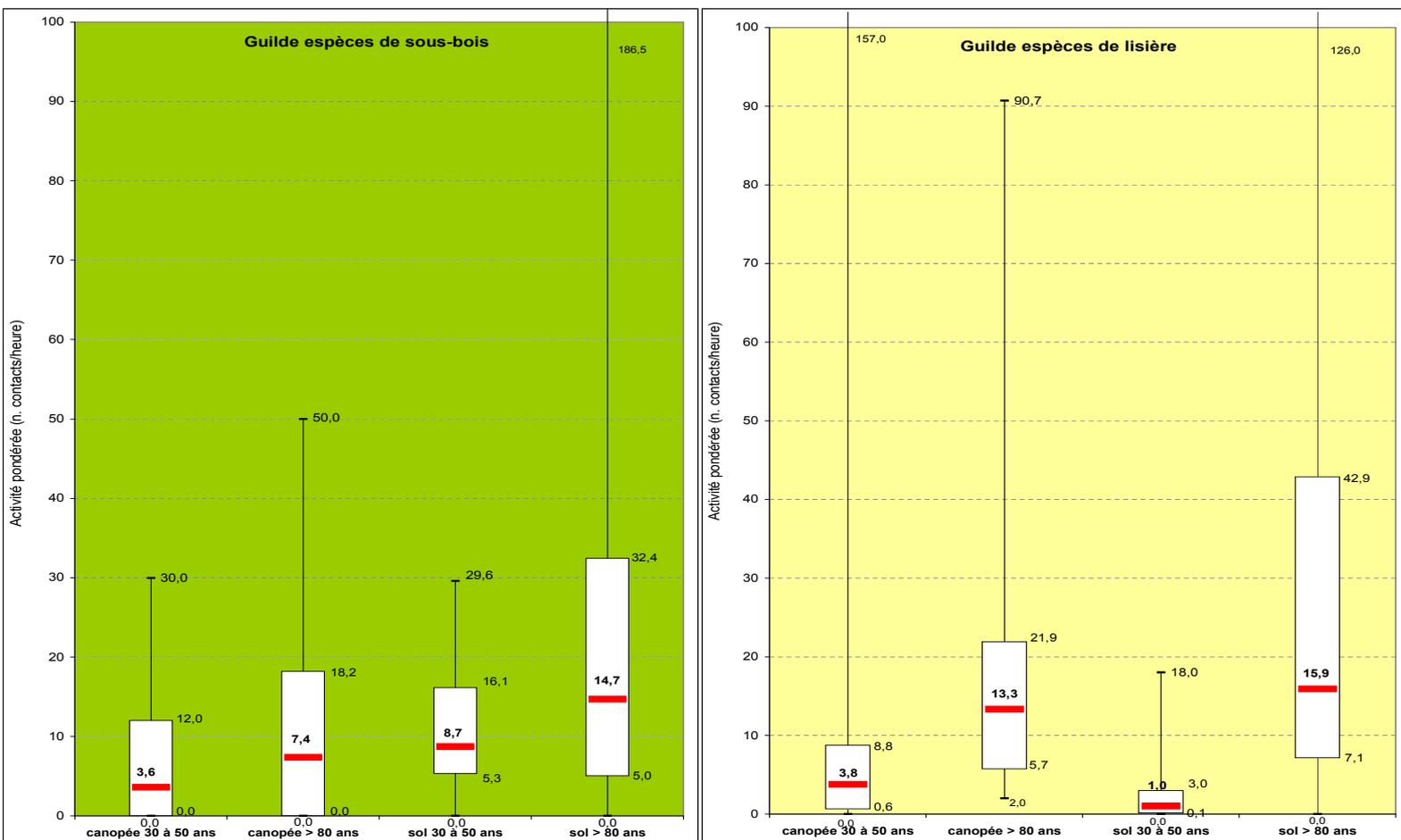


Figure 3a et 3b.

Valeurs minimales, maximales et quartiles des activités pondérées de la guilda de sous-bois (à gauche) et de la guilda de lisière (à droite), relevées sur les stations d'écoute selon qu'elles soient en canopée ou au sol, et en peuplement jeune ou mature.

Conclusion

Les résultats de cette étude, portant uniquement sur les forêts feuillues autochtones, montrent l'importance des peuplements richement structurés (futaie irrégulière) et sans perturbation importante depuis 80 à 100 ans.

Ils rejoignent en cela les résultats d'une étude précédente du GMHL (BARATAUD et al. 2016), qui concluait à un effet négatif des monocultures d'arbres sur l'activité de chasse des chiroptères, à cause de plusieurs paramètres cumulés : pauvretés structurelle et compositionnelle, essences exogènes, courtes rotations entre coupes rases dramatiques pour la faune et le sol. Ainsi, les faibles résultats obtenus ici dans les peuplements feuillus jeunes sont à relativiser, lorsqu'on sait que les futaies régulières résineuses recueillent en moyenne deux fois moins d'activité que leurs équivalents feuillus.

Or sur le Plateau de Millevaches boisé à 54,7 % (donc en théorie accueillant pour les espèces forestières), la surface vouée à une sylviculture intensive, essentiellement résineuse, représente 56 % des boisements ; de plus, une majorité de la surface feuillue correspond à de jeunes accrus ou recrus en petites parcelles ou cordons très fragmentés. De ce constat, on peut déduire l'hypothèse que les massifs feuillus relictuels ont une responsabilité majeure dans le maintien de la faune et de la flore spécialisées.

Les secteurs sélectionnés pour nos relevés constituent des blocs relativement homogènes de plusieurs dizaines d'hectares, qui sont rares dans la zone d'étude.

Avec seulement 16 heures d'écoute ventilées sur six points projetés, la richesse spécifique moyenne par secteur est de 10,7 espèces (min. 8 ; max. 14).

Le cortège d'espèces est composé à 62 % de spécialistes du sous-bois qui représentent 49,4 % de l'activité de chasse (contre respectivement 56,5 % et 29 % tous peuplements limousins confondus, monocultures résineuses comprises ; BARATAUD et al. 2016).

Ces valeurs, de même que la présence d'espèces spécialistes des forêts anciennes (*M. bechsteinii* et *M. alcathoe*, chacun présent dans quatre secteurs sur six), étayent fortement l'hypothèse d'un rôle de réservoir biologique de ces massifs pour la faune exigeante en matière de naturalité forestière.

Un recensement cartographique et un suivi biologique de tels massifs sur la zone géographique concernée, de même qu'une pérennisation de leur intégrité structurelle et compositionnelle (maîtrise d'usage, maîtrise foncière), seraient à entreprendre rapidement en regard d'une inconnue majeure : le seuil de dégradation de l'habitat (perte de surface et fragmentation des forêts matures subnaturelles) en deçà duquel les populations des espèces spécialisées sont condamnées à disparaître.



Coupe rase récente sur le secteur de La Chapelle (Tarnac – 19) ayant réduit d'un tiers la surface de forêt mature sur le site étudié.
© Michel BARATAUD



Peuplement jeune du Puy La Meyrie
© Michel BARATAUD



Peuplement mature de La Chapelle
© Michel BARATAUD

Bibliographie

AHLEN, I. & J. BAAGØE. 1999. Use of ultrasounds detectors for bat studies in Europe : experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica* 1(2): 137-150.

ARCHAUX, F. 2008. Méthode de suivi des chiroptères en forêt. Combien de visites et quelle durée d'écoute pour déterminer jusqu'à l'espèce ? Rapport ONF-CEMA-GREF. 8 p.

BARATAUD, M. 1996. *Ballades dans l'in audible. Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France.* Sittelle éd. Double CD + livret. 51 pp.

BARATAUD, M. 2002a. *Méthode d'identification acoustique des chiroptères de France. Mise à jour 2002.* Sittelle éd. CD + livret 14 pp.

BARATAUD, M. 2002b. Inventaire au détecteur d'ultrasons des chiroptères en vallée d'Asco (Corse) et bioévaluation des peuplements forestiers à Pin laricio. Rapport final. 20 pp. + annexe.

BARATAUD, M. 2006. Inventaire des chiroptères sur leurs terrains de chasse au sein du PNR Oise-Pays de France. Rapport 13 p.

BARATAUD, M. 2012. *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse.* Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.

BARATAUD, M., D. DEMONTOUX, P. FAVRE, S. GIOSA & J. GRANDADAM. 2013. Bio évaluation des peuplements de mélèze commun (*Larix decidua*) dans le Parc National du Mercantour, par l'étude des chiroptères

en activité de chasse. *Le Rhinolophe* 19 : 59 - 86.

BARATAUD, M. & S. GIOSA. 2010. Inventaire au détecteur d'ultrasons des chiroptères du Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin. Espèces contactées, niveaux d'activité comparés dans les habitats inventoriés, propositions pour une conservation améliorée. Rapport 41 pp.

BARATAUD, M. & S. GIOSA. 2017. Etude écologique des chiroptères forestiers du Limousin. Partie 2 : Stratification verticale de l'activité de chasse. Premiers résultats : période 2014-2017. GMHL, Limoges. Rapport 24 pp.

BARATAUD, M., S. GIOSA, J. GRANDADAM & J. JEMIN. 2016. Diversité des chiroptères dans les peuplements forestiers du Limousin (France). *Le Vespère* 6 : 397-429.

BARATAUD, M., S. GIOSA, G. ISSARTEL, J. JEMIN, M. LESTY & J-P. FIARD. 2017. Forêts tropicales insulaires et chiroptères : le cas de la Martinique (Petites Antilles – France). *Le Vespère* 7 : 411-457.

BOONMAN, M . 1996. Monitoring bats on their hunting grounds. *Myotis* 34 : 17-25. Camprodon J., D. Guixé & C. Flaquer. 2009. Efecto de la gestion forestal sobre los quiropteros en hayedos de Cataluna. *Galemys* 21: 195–215.

DAJOZ, R. 1998. *Les insectes et la forêt.* Tec & Doc éd. 594 pp.

DE JONG , J. 1995. Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriol.* 40 (3) : 237-248.

ESTRADA-VILLEGAS, S., C.F.J. MEYER & E.K.V. KALKO. 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation* 143: 597–608.

- FAUVEL, B., T. DARNIS & L. TILLON. 2014.** Le SM2bat, un outil d'avenir à condition de définir rapidement une méthodologie ! *L'Envol des Chiro* 16 : 14-15.
- FUHRMANN, M., C. SCHREIBER & J. TAUCHERT. 2002.** Telemétrische Untersuchungen an Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*) und Kleinen Abendseglern (*Nyctalus leisleri*) im Oberurseler Stadtwald und Umgebung (Hochtaunuskreis). In : *Ökologie, Wanderrungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*, Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, p. 131-140.
- GULDIN J.M., W.H. EMMINGHAM, S.A. CARTER & D.A. SAUGEY. 2007.** Silvicultural practices and management of habitat for bats. pp. 177–205. In: LACKI, M.J., J.P. HAYES & A. KURTA. *Bats in forests*. Conservation and management. John Hopkins University Press. 329 pp.
- HAYES, J.P. 1997.** Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy* 78 (2) : 514-524.
- HAYES, J.P. & S.C. LOEB. 2007.** The influences of forest management on bats in North America, pp. 207-235. In: LACKI, M.J., J.P. HAYES & A. KURTA. *Bats in forests*. Conservation and management. John Hopkins University Press. 329 pp.
- JAY, M. 2018.** Identification acoustique automatique des chiroptères européens. Quelle efficacité du logiciel SonoChiro® ? *Plume de Naturalistes* 2 : 99-118.
- KERTH, G., M. WAGNER & B. KÖNIG. 2001.** Roosting together, foraging apart : information transfer about food is unlikely to explain sociality in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*). *Behavioral Ecology Sociobiology* 50 : 283-291.
- LACKI, M.J., S.K. AMELON & M.D. BAKER. 2007.** Foraging ecology of bats in forests, pp. 83-127. In: LACKI, M.J., J.P. HAYES & A. KURTA. *Bats in forests*. Conservation and management. John Hopkins University Press. 329 pp.
- LUČAN, R.K., M. ANDREAS, P. BENDA, T. BARTONIČKA, T. BŘEZINOVÁ, A. HOFFMANNOVÁ, Š. HULOVÁ, P. HULVA, J. NECKÁŘOVÁ, A. REITER, T. SVAČINA, M. ŠÁLEK & I. HORÁČEK. 2009.** Alcatheo Bat (*Myotis alcathoe*) in the Czech Republic: Distributional Status, Roosting and Feeding Ecology. *Acta Chiropterologica* 11(1): 61-69.
- LÜTTMANN, J., M. WEISHAAR & B. GESSNER, UNTER MITARBEIT VON M. FUHRMANN UND JENS TAUCHERT (GELÄNDE 2001). 2003.** Nächtliche Aufenthaltsgebiete und Jagdverhalten von Kolonien der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) im Gutland. *Dendrocopos* 30 : 17-27.
- MCCUNE B. & M.J. MEFFORD. 2005.** PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 5.0 , MjM Software, Glenden Beach, Oregon.
- MEHR, M., R. BRANDL, T. KNEIB & J. MÜLLER. 2012.** The effect of bark beetle infestation and salvage logging on bat activity in a National Park. *Biodiversity and Conservation* 21 (11): 2775–2786.
- MESCHEDE, A. & K.-G. KELLER. 2003.** Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier. *Le Rhinolophe* 16. 248 pp.
- MOESCHLER, P. & J.D. BLANT. 1990.** Recherches appliquées à la protection des chiroptères. 3) Bioévaluation de structures paysagères à l'aide de chauves-souris en activité de chasse. *Le Rhinolophe* 7 : 19-28.
- PAULI, B.P., P.A. ZOLLNER, G.S. HAULTON, G. SHAO & G. SHAO. 2015.** The simulated effects of timber harvest on suitable habi-

tat for Indiana and Northern Long-Eared bats. *Ecosphere* 6 (4): art58. doi:10.1890/ES14-00336.1.

SCHOFIELD, H.W. & C.J. MORRIS. 2000. Ranging behaviour and habitat preferences of females Bechstein's bat, *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818), in summer. The Vincent Wildlife Trust. Report 26 pp.

SIEMERS, B.M. & H.U. SCHNITZLER 2000. Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals with very broad bandwidth. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 47: 400-412.

SMITH, T.L. 2006. A small scale study into the foraging habitat selection of *Myotis* and *Pipistrellus* spp. along the Forth & Clyde Canal, Scotland. BaTML Publications 3: 2-18.

TILLON, L. 2001. Impact de la tempête du 26 décembre 1999 sur la forêt domaniale de Rambouillet. Exemple des Chiroptères. *Revue Forestière Française* 53: 83-90.

VAUGHAN, N., JONES G. & HARRIS. 1997. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of broad-band acoustic method. *Journal of Applied Ecology* 34 : 716-730.

WALSH, A.L. & B.A. MAYLE. 1991. Bat activity in different habitats in a mixed lowland

woodland. *Myotis* 29 : 97-104.

WOLZ, I. 1992. Zür Ökologie des Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818). Erlangung des Doktorgrades. Naturwissenschaftlichen Fakultäten des Friedrich-Alexander-Universität. 136 pp.

WOLZ, I. 1993A. Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818). *Myotis* 31: 5-25.

WOLZ, I. 1993B. Das Beutespektrum der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1818), Ermittelt aus Kotanalysen. *Myotis* 31: 27-68.



Remerciements

Merci au PNR de Millevaches d'avoir suscité cette étude, sur des crédits de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

Merci à Christian Maliverney ([galerie](#)), François Schwaab et Erwann Thépaut pour leurs photos.

Pour citer cet article :

BARATAUD, M. et al. 2019. Différences d'activité de chasse des chiroptères entre forêts feuillues jeunes et matures du PNR de Millevaches en Limousin. *Plume de Naturalistes* 3 : 175-194.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes : www.plume-de-naturalistes.fr

Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux - État des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (actualisation 2018)

Par **Vincent TERNOIS**¹

(cpie.vincent.ternois@wanadoo.fr)

¹Centre permanent d'initiatives pour l'environnement du Pays de Soulaines - Domaine de Saint-Victor 10200 SOULAINES-DHUYS

Résumé

Un travail de compilation des données de mortalité d'oiseaux et de chiroptères dues aux éoliennes est entrepris depuis 2005 par le CPIE du Pays de Soulaines en Champagne-Ardenne. La base de données régionale actualisée en 2018 contient quelques 912 informations de mortalité dont 433 données de chiroptères et 479 données d'oiseaux. Il en ressort pour ce territoire une sensibilité resserrée autour de 4 espèces de chauves-souris en lien avec leur comportement de chasse et de déplacement de « haut vol » ainsi que la confirmation de la sensibilité des rapaces diurnes.



Introduction

La Champagne-Ardenne est la première région productrice d'énergie éolienne en France. Le déploiement de cette industrie sur la quasi-totalité du territoire régional s'est fait rapidement depuis 2001, année de l'installation de la première éolienne à Pogy dans la Marne. Déjà, la question de l'impact de ces installations sur la faune était évoquée. Les premiers retours d'expériences de suivis menés en Allemagne et aux États-Unis traitaient ainsi de cas de mortalité par collision constatés sur certaines espèces d'oiseaux et de chauves-souris.

En avril 2005, un premier séminaire national organisé à Châlons-en-Champagne (51) par la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) et le CPIE du Pays de Soulaines (CPIE) fit un premier point sur l'état des connaissances des interactions entre éoliennes, chauves-souris et oiseaux (ANDRE, 2005). Cette même année, l'État fit paraître le premier guide méthodologique sur l'étude d'impact des parcs éoliens (MEDD & ADEM, 2005).

Avec la croissance de cette industrie, la connaissance des impacts s'est renforcée. Plusieurs structures associatives régionales et bureaux d'études ont notamment eu l'occasion de mettre en œuvre des protocoles de suivi de la mortalité, oiseaux et chiroptères, sur plusieurs parcs éoliens de Champagne-Ardenne permettant de collecter des informations sur les espèces impactées par les aérogénérateurs.

Ce présent document constitue une actualisation des précédents travaux. Il intègre l'ensemble des données compilées par les partenaires associatifs et privés sur le territoire de l'ancienne région Champagne-Ardenne jusqu'en 2018.

Origine des données

Une première synthèse des cas de mortalité de chiroptères due à l'éolien en Champagne-Ardenne a été réalisée par le CPIE en 2014 dans le cadre de la déclinaison régionale du Plan national d'actions en faveur des chiroptères de Champagne-Ardenne (TERNOIS *et al.*, 2014). Celle-ci regroupe l'intégralité des données collectées depuis 2005 par les structures associatives intervenant sur ce territoire (CPIE du Pays de Soulaines, LPO Champagne-Ardenne, Regroupement des Naturalistes Ardennais et Association Nature du Nogentais), soit dans le cadre de suivis mortalité demandés par les développeurs éoliens, soit indépendamment de commandes particulières.

À la suite de la multiplication des suivis mortalités protocolés réalisés de 2014 à 2016, une actualisation de ce travail a été entreprise pour tenter de préciser la sensibilité des espèces de chauves-souris et d'oiseaux dans le Grand Est, notamment dans le cadre d'implantation d'éoliennes dans les espaces ouverts (TERNOIS & BELLENOUE, 2017). Fin 2016, la base de données mortalité ainsi constituée comportait plus de 600 informations pour le territoire de l'ancienne région Champagne-Ardenne. Elle intégrait un certain nombre de données transmises pour les besoins de la synthèse par la Fédération régionale des chasseurs de Champagne-Ardenne, la société Auddicé Environnement ainsi que la LPO France.

Pour des questions de confidentialité, nous ne détaillerons pas ici l'origine géographique des données, l'objectif est surtout de préciser la sensibilité spécifique identifiée en région ainsi que les distances de découvertes pour apprécier au mieux la pertinence des protocoles mortalité

Tableau 1.

Nombre de données de cadavres (oiseaux et chiroptères) compilées pour la Champagne-Ardenne au 31/12/2018.

	Ardennes	Aube	Marne	Haute-Marne	Non précisé	Totaux
Chiroptères	40	175	167	50	1	433
Oiseaux	52	121	244	62	-	479
						912

réalisés. Au final, la base de données mortalité champardennaise comporte 912 données dont 479 données d'oiseaux et 433 données de chiroptères (synthèse arrêtée au 31/12/2018, **Tableau 1**).

Ces données sont essentiellement issues de parcs éoliens implantés en milieu cultivé avec, pour la plupart des aérogénérateurs, le respect d'une distance de 200 mètres aux lisières conformément à la doctrine régionale sur le développement éolien en Champagne-Ardenne (DREAL, 2007), éléments repris dans le Schéma régional éolien (BOCAGE & BURGEAP, 2012). La diversité des espèces concernées serait probablement tout autre avec l'implantation d'éoliennes à proximité des haies et des boisements forestiers comme le suggère BRINKMANN (2006). On retiendra que la majeure partie des données des dernières années a été collectée dans le cadre de suivis automnaux. La mise en place de suivis au printemps et l'été n'a commencé à se généraliser qu'à partir de 2018. Très peu de données ont été collectées au printemps et l'été en période de reproduction (**Annexe 1**).



Les données de mortalité « chiroptères »

Diversité spécifique

Au total, 380 cas de mortalité ont pu être correctement identifiés. Ceux-ci concernent 9 espèces : le Murin de Bechstein, le Murin à moustaches, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle pygmée, la Noctule commune, la Noctule de Leisler et la Sérotine bicolore. D'éventuels cas de mortalité de Barbastelle d'Europe et de Sérotine commune, documentés en Lorraine (TERNOIS & BELLENOUE, 2017 ; CPIE, comm. pers.), n'ont pas encore été rapportés en Champagne-Ardenne par les différentes structures.

Pour les autres cadavres, il s'agit soit d'individus collectés de 2005 à 2008, qui n'avaient pas été identifiés à l'époque (pas de suivi particulier), mais pour lesquels des données sur les distances et dates de découverte ont tout de même été enregistrées, soit de cadavres trouvés depuis 2011 dont l'état de dégradation avancé n'a pas permis une détermination précise (critères morphologiques ou biométriques non visibles ou non mesurables).

La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Nathusius sont les deux espèces

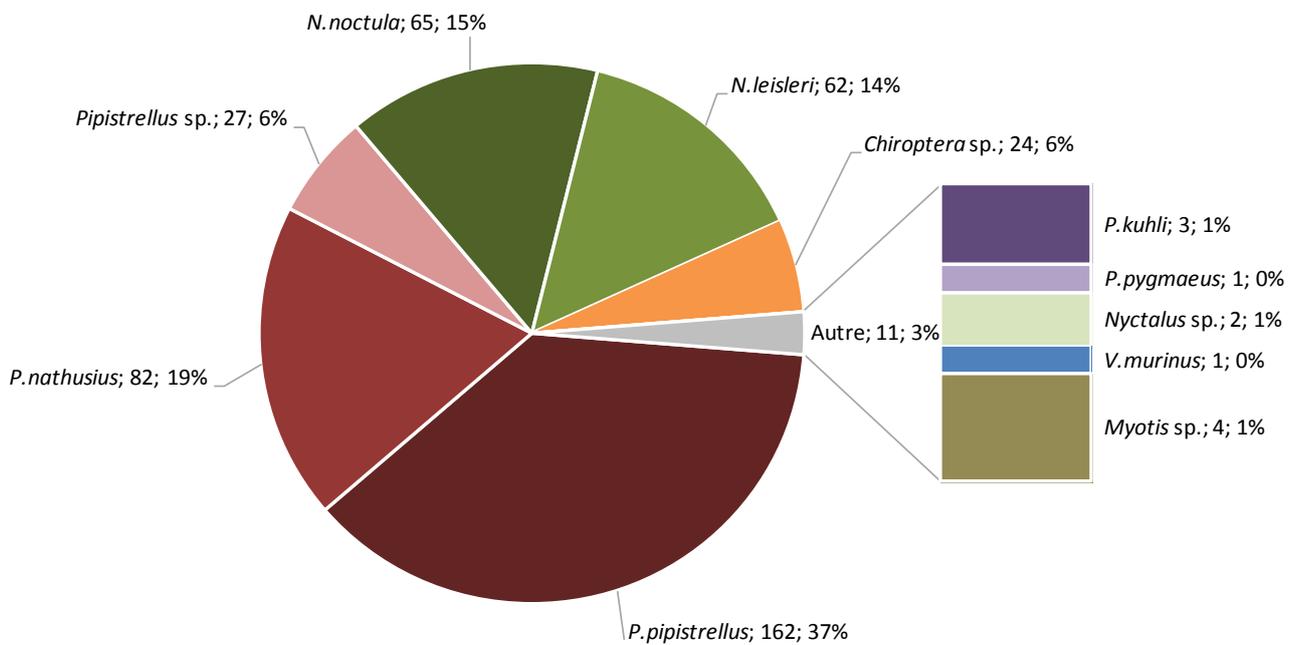


Figure 1

Distribution des cas de mortalité de chiroptères dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N = 433)

les plus fréquemment retrouvées sous les éoliennes de Champagne-Ardenne (Figure 1). Elles sont suivies de la Noctule commune et de la Noctule de Leisler. Ces résultats sont conformes aux tendances mises en évidence à l'échelle européenne et sont, pour partie, fortement liés au comportement migrateur et/ou de haut vol de ces espèces.

Les données de Pipistrelle de Kuhl, de Pipistrelle pygmée et de Sérotine bicolore sont marginales mais à mettre en relation avec leur grande rareté à l'échelle régionale. Il s'agit de trois espèces connues pour présenter une forte sensibilité à l'éolien (DÜRR, 2019a).

Phénologie

Les premiers protocoles « mortalité » réalisés en Champagne-Ardenne ciblaient les mois de septembre et d'octobre, période considérée jusque-là comme la plus propice pour suivre l'activité migratoire automnale. La découverte par hasard de deux cadavres le 27 juillet et le

croisement d'informations avec l'activité constatée sur un enregistreur permanent d'un parc éolien ont fait ressortir une activité « migratoire » potentiellement précoce de la Noctule de Leisler. Ces observations sont conformes aux données collectées sur les cols de Jaman et Bretolet en Suisse (OPPLIGER, 2004) où l'auteur indique des premiers mouvements dès la fin du mois de juillet pour cette espèce (Figure 2). L'avancement des périodes de surveillance a permis de collecter plusieurs données dans la première décade d'août mais les deux données du 27 juillet restent à ce jour les plus précoces pour la période automnale. En ce qui concerne la Noctule commune, les données sont collectées de la première décade d'août à la première décade d'octobre (Figure 2).

Malgré l'adaptation des protocoles de suivis, en particulier l'avancée de la période de recherche au mois de juillet, les premiers cas de mortalité de Pipistrelle de Nathusius ne sont enregistrés que dans les derniers jours du mois d'août (donnée la plus précoce : le 24 août - Figure 3).

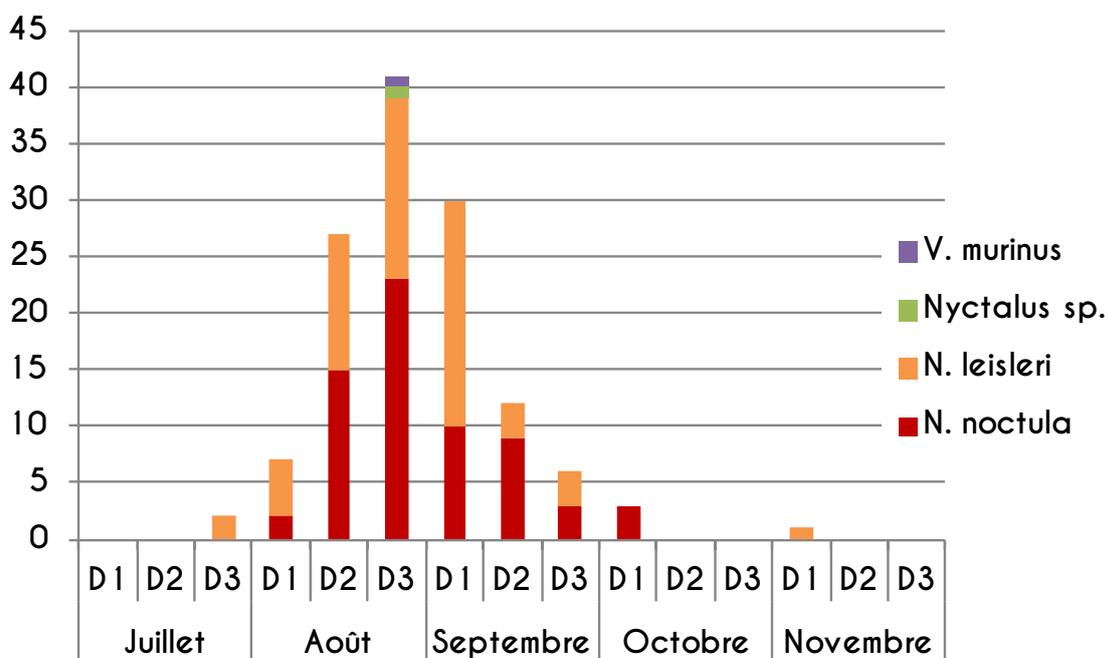


Figure 2

Distribution décadaire des cas de mortalité « automnaux » de noctules et Sérotine bicolor dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N = 129)

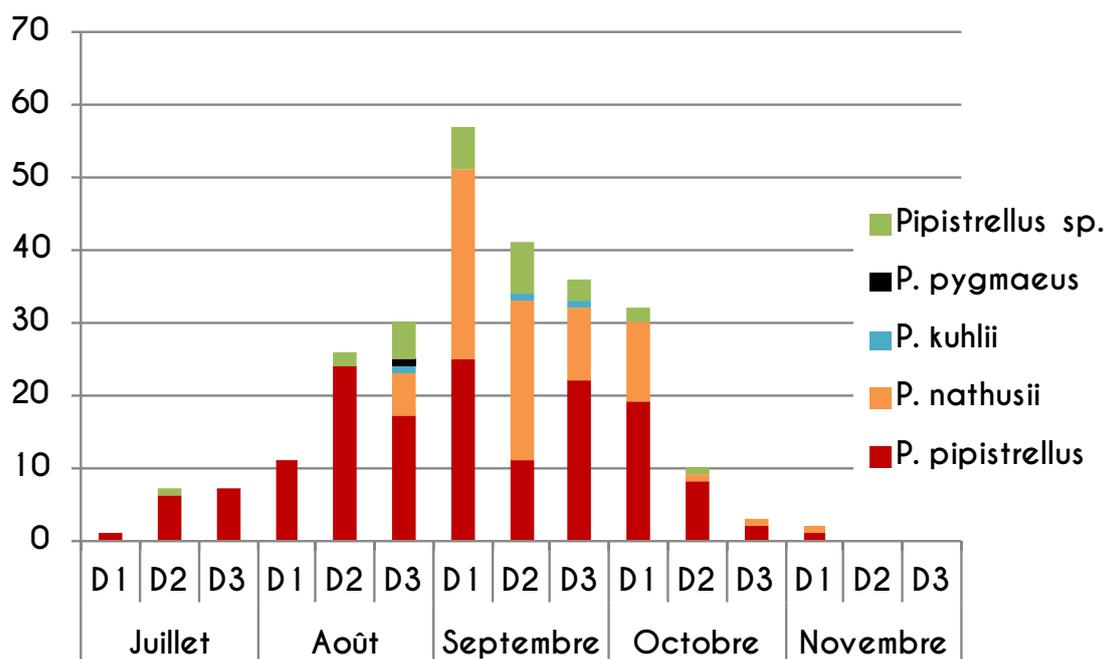


Figure 3

Distribution décadaire des cas de mortalité « automnaux » de pipistrelles dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N = 263)

La grande majorité des cadavres ont été découverts au cours du mois de septembre et au début du mois d'octobre (dernière donnée enregistrée le 6 novembre). Une seule donnée de Sérotine bicolor

est actuellement documentée pour la Champagne-Ardenne. Celle-ci a été collectée dans la troisième décennie d'août. Deux cadavres de cette espèce ont, quant à eux, été trouvés le 18 août

et 16 septembre en Lorraine (TERNOIS & BELLENQUE, 2017 ; CPIE, comm. pers.) laissant suggérer un possible passage migratoire de cette espèce de la mi-août à la fin septembre.

Il en ressort un étalement particulièrement important de l'activité « migratoire » automnale de ces espèces sensibles à l'éolien. Il est également possible que cette activité varie chaque année en fonction de l'état d'avancement de la reproduction, des conditions météorologiques...

Les données printanières sont, pour l'instant, encore trop peu nombreuses pour pouvoir préciser les périodes.

Distance de découvertes

Les données disponibles quant aux distances de découverte sont intimement liées aux protocoles mis en place par les opérateurs. Ainsi, si les données globales laissent à penser que la majorité des cadavres sont trouvés au pied des éoliennes (entre 0 et 10 mètres – **Figure 4**), les suivis protocolés, effectués le plus souvent sur des carrés de 80 à 100 mètres autour des éoliennes, corrigent ces résultats et témoignent d'une dispersion forte des cadavres jusqu'à une quarantaine de mètres (**Figure 4**). 93 % des cadavres des suivis protocolés ont été trouvés à moins de 40 mètres du pied de l'éolienne, 75 % le sont à moins de 30 mètres.

Malgré une détectabilité plus aisée des cadavres de noctules (possibilité, sur les terrains dénudés, de les observer au-delà du périmètre suivi), l'essentiel des découvertes s'effectue dans un rayon d'une trentaine de mètres autour de l'éolienne (**Figure 5**). Aucun spécimen n'a été découvert au-delà de 50 mètres.

Les données de mortalité « oiseaux »

Diversité spécifique

Des cadavres de 58 espèces d'oiseaux ont été identifiés dans le cadre des suivis mortalité éoliens ou de découvertes inopinées en Champagne-Ardenne. De manière globale, les rapaces diurnes (Accipitriformes), les roitelets (Régulidés) et le Martinet noir (Apodidés) représentent à eux trois, près de trois-quarts des cas de mortalités connus (**Figure 6**).

Au niveau spécifique, le Roitelet à triple-bandeau est l'espèce la plus fréquemment découverte lors des suivis mortalités. Il est suivi par le Faucon crécerelle, le Martinet noir et la Buse variable. Ces quatre espèces présentent une sensibilité forte à l'éolien. Viennent ensuite sept espèces régulièrement rencontrées mais avec des effectifs moindres : la Perdrix grise, le Milan royal, l'Étourneau sansonnet, l'Alouette des champs, le Rougegorge familier, le Pigeon ramier et les Corvidés (Corneille noire et/ou Corbeau freux).

Avec près de 30 % des données, la sensibilité des rapaces diurnes est conforme aux données collectées à l'échelle européenne (DÜRR, 2019b), notamment en ce qui concerne le Faucon crécerelle, la Buse variable, le Milan royal et le Milan noir (**Figure 7**). Dix-huit données de Milan royal ont été collectées. Il s'agit d'un résultat particulièrement élevé par rapport à la taille des populations transitant par la région et en comparaison avec le caractère plus commun de la Buse variable et du Faucon crécerelle. Pour cette dernière, il conviendra de modérer le taux affiché en raison de la sensibilité dont elle fait preuve vis-à-vis des parcs éoliens. L'espèce se situe en réalité dans

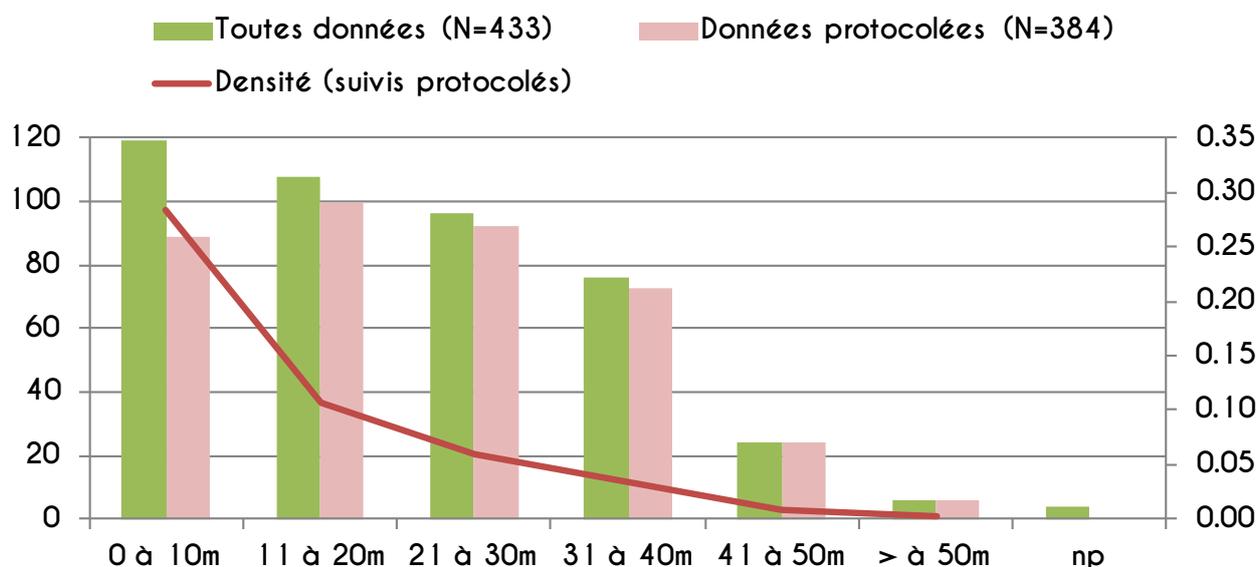


Figure 4

Distances de découverte des cadavres collectés, données inopinées incluses (N = 433, en vert) ou uniquement lors de suivis protocolés (N = 384, en rose), et nombre de cadavres rapportés à la surface réellement prospectée (densité) lors des suivis protocolés seuls (courbe). np = information non précisée.

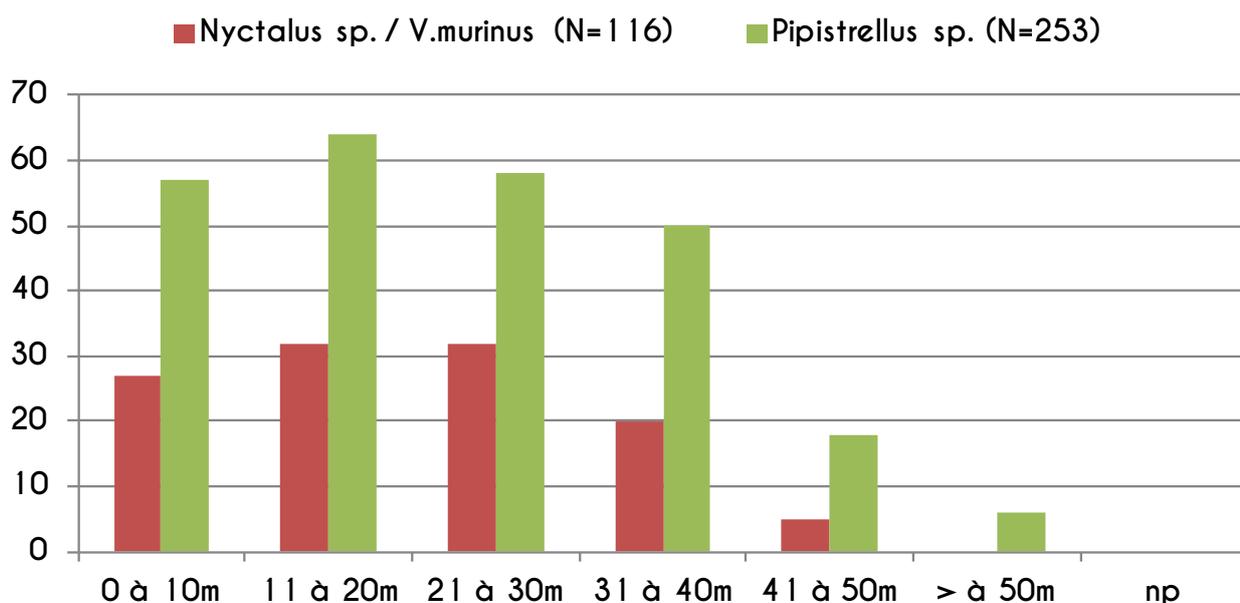


Figure 5

Distances de découverte des cadavres des groupes « *Nyctalus sp./V.murinus* » (en rouge ; N = 116) et « *Pipistrellus sp.* » (en vert ; N = 253) dans le cadre de suivis protocolés en Champagne-Ardenne.

une proportion proche de celle de la Buse variable.

Seulement trois données de Busard cendré et de Busard Saint-Martin, deux espèces dont les populations nicheuses et migratrices sont importantes en région, ont été collectées. Ce résultat peut s'expliquer

par la faiblesse des études de la mortalité estivale (période de reproduction) mais aussi par les caractéristiques des premiers parcs éoliens suivis, notamment le fait que la distance entre le rotor et le sol était particulièrement importante. Toutefois, les nouveaux projets éoliens et le renouvellement d'anciens aérogénérateurs

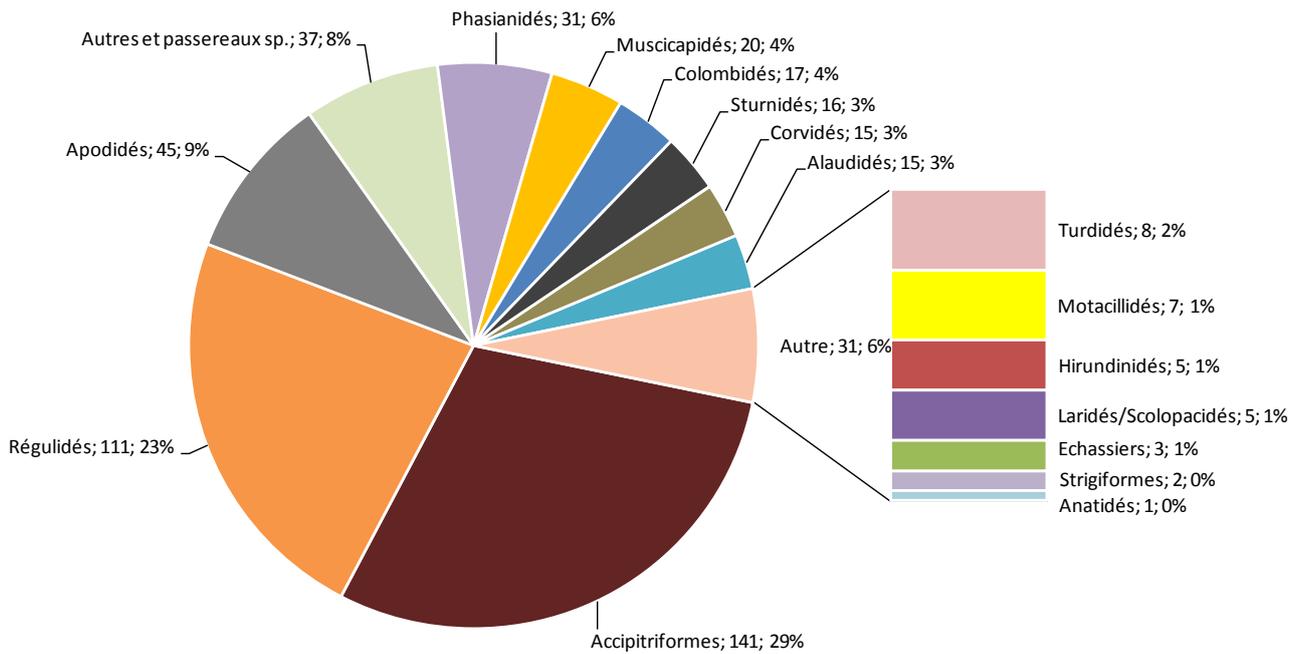


Figure 6
Distribution des cas de mortalité d'oiseaux, par grandes familles, dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N = 479)

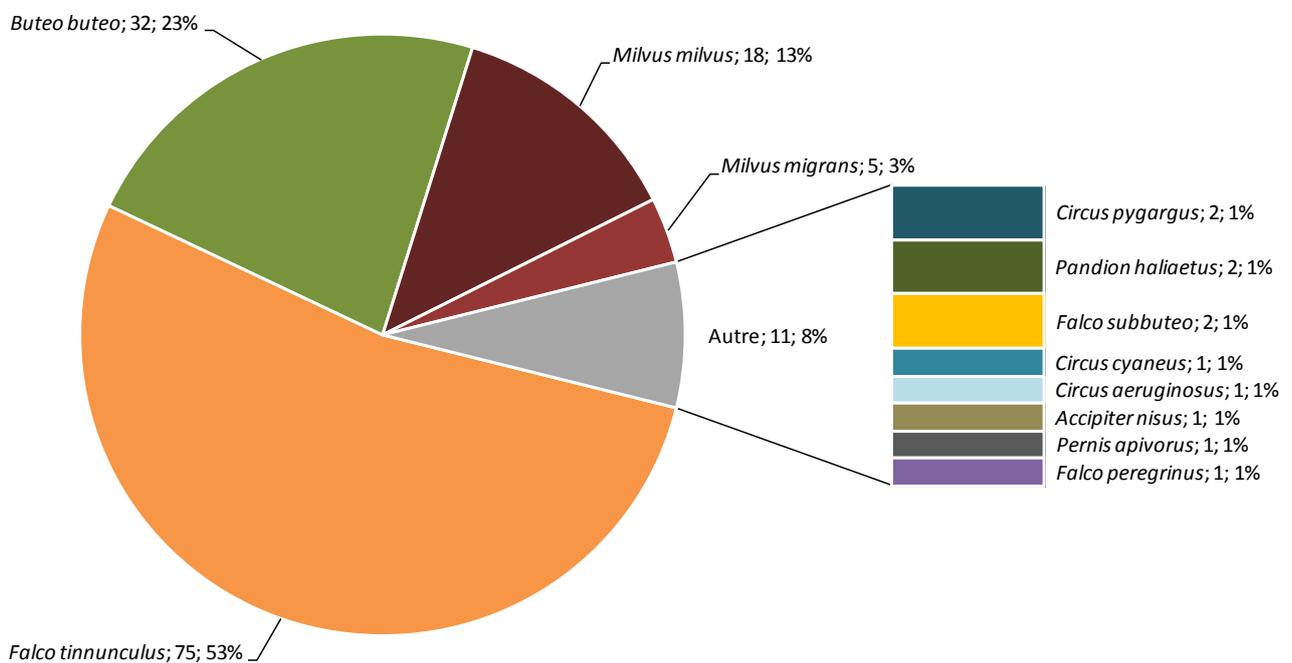


Figure 7
Distribution des cas de mortalité de rapaces diurnes dus aux éoliennes en Champagne-Ardenne (N = 141)

tendent à diminuer cette distance sol/rotor, augmentant en conséquence les risques de collisions pour ces espèces évoluant à faible hauteur.

Des cas de mortalité de plusieurs espèces migratrices particulièrement rares en Champagne-Ardenne ont été rapportés. C'est le cas du Balbuzard pêcheur (2 données) et du Faucon pèlerin (1 donnée).

Distance de découvertes

Toutes espèces confondues, 92 % des cadavres ont été découverts à moins de 50 mètres des pieds d'éolienne et les trois quarts à moins de 40 mètres. La compilation des données fait ressortir des distances de découvertes supérieures à celles des chiroptères, notamment en ce qui concerne les passereaux. Un maximum de cadavres de « petits oiseaux » est

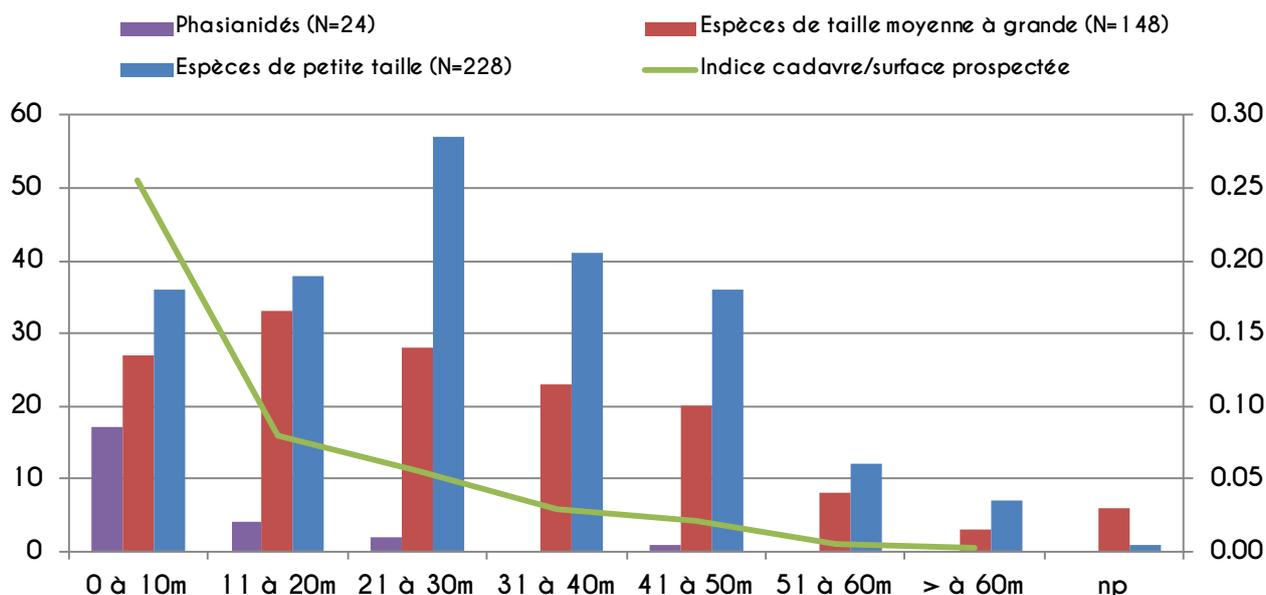


Figure 8

Distances de découverte des cadavres d'oiseaux, en fonction de la taille, dans le cadre de suivis protocolés en Champagne-Ardenne (N = 400). np = information non précisée.

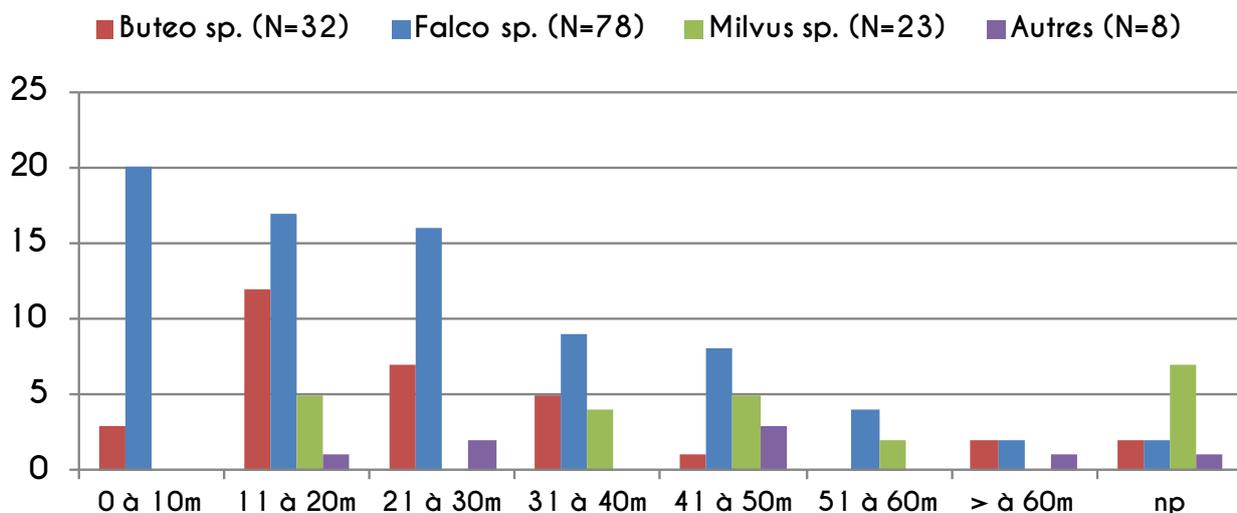


Figure 9

Distances de découverte des cadavres de rapaces diurnes, par genres, données inopinées comprises, en Champagne-Ardenne (N = 141).

découvert à une distance comprise entre 21 et 30 mètres mais des individus peuvent tout de même être retrouvés à près de 70 mètres (**Figure 8**).

Malgré leur relative détectabilité qui reste tout de même dépendante du couvert végétal, les découvertes de cadavres de rapaces au-delà de 50 mètres sont peu nombreuses (**Figure 9**). Pour un certain nombre d'entre eux, des déplacements post mortem par des prédateurs sont suspectés.

On retiendra également les cas de collision avec les mâts de Perdrix grises et Perdrix rouges (Phasianidés). Trente cadavres de perdrix ont été découverts dans ces conditions.

Conclusion

Cette nouvelle actualisation des données de mortalités confirme :

- une sensibilité chiroptérologique resserrée autour de 4 espèces (Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius et Pipistrelle commune) et intimement liée à la pratique régulière d'activités de chasse et de déplacement de haut-vol. Dans le contexte d'implantation d'éoliennes en espace cultivé, et à distance des lisières, la sensibilité des autres espèces est,

en l'état actuel de nos connaissances, particulièrement faible. La fréquence de découverte de cadavres de ces espèces sur l'ensemble des parcs éoliens de Champagne-Ardenne témoigne d'une sensibilité propre de ces espèces aux aérogénérateurs et indépendamment du positionnement des machines (distances aux lisières notamment). Cette sensibilité peut être aggravée en fonction du contexte paysager.

- une sensibilité inattendue sur un certain nombre de passereaux migrateurs nocturnes (Roitelet à triple bandeau, Rougegorge familier...), sur le Martinet noir et la Perdrix grise. Par contre, la sensibilité des rapaces diurnes, déjà mise en évidence à l'échelle européenne (DÜRR, 2019b), est confirmée, notamment en ce qui concerne le Milan royal, la Buse variable et le Faucon crécerelle.

On notera que ces données sont essentiellement issues d'études menées en période automnale. Si on peut aisément supposer que la sensibilité des espèces d'oiseaux et de chauves-souris est sensiblement identique lors de la remontée pré-nuptiale (ou transit printanier), il convient également d'évaluer la sensibilité de ces cortèges en période de reproduction.

Remerciements

Ce travail n'aurait pas été possible sans la mise à disposition des données de la société Auddicé environnement, de l'Association Nature du Nogentais, de la Ligue pour la Protection des Oiseaux de Champagne-Ardenne, du Regroupement des naturalistes ardennais, des Fédérations départementales des chasseurs de l'Aube et de la Marne, et de la LPO France.



© CPIE Pays de Soulaines, 2018

Bibliographie

ANDRE Y. (coord.), 2005. Éoliennes, oiseaux et chauves-souris, quels enjeux ? Séminaire national – Résumé des interventions, LPO CA, CPIE Pays de Soulaines, 10 pp.

BOCAGE & BURGEAP, 2012. Schéma régional éolien – annexe du Plan Climat Air Energie Champagne-Ardenne - Région Champagne-Ardenne, Préfecture de Région Champagne-Ardenne, 132 p.

BRINKMANN R., 2006. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg, Stiftung Naturschutzfonds Baden Württemberg, 66 p.

DREAL, 2007. Note de doctrine régionale sur le développement de l'éolien et l'environnement. Pôle régional Environnement et Développement Durable Champagne Ardenne. DREAL Champagne-Ardenne. 11 p.

DÜRR T., 2019a. Verluste Fledermäuse (Tableau de synthèse sur la mortalité des chauves-souris par l'éolien en Europe, janvier 2019) : <https://ifu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka fmaus eu.xls>

DÜRR T., 2019a. Vögelverlusten (Tableau de synthèse sur la mortalité avifaune par l'éolien en Europe, janvier 2019) : <https://ifu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/wka voegel eu.xls>

MEDD (Ministère de l'écologie et du développement durable) et ADEM (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie), 2005. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens.

OPPLIGER J., 2004. La migration des chiroptères aux cols de Jaman et Bretolet. *Bulletin de la Société des Enseignants Neuchâtelois de Sciences* 27, Décembre 2004, Ethologie. 27 p.

TERNOIS V. & BELLENOUE S., 2017. Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux. Etat des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (et Lorraine - Alsace). *Ciconia* 41, fasc. 2-3 : 78-88.

[**TERNOIS V., COUTEAU C., HARTER N. & SOUFFLOT J., 2014.** Synthèse préliminaire de la mortalité des chiroptères due aux éoliennes en Champagne-Ardenne. Plan régional d'actions en faveur des chiroptères (Champagne-Ardenne) - CPIE du Pays de Soulaines, LPO Champagne-Ardenne, RENARD, CENCA. 8 p.]

Pour citer cet article :

TERNOIS V. 2019.

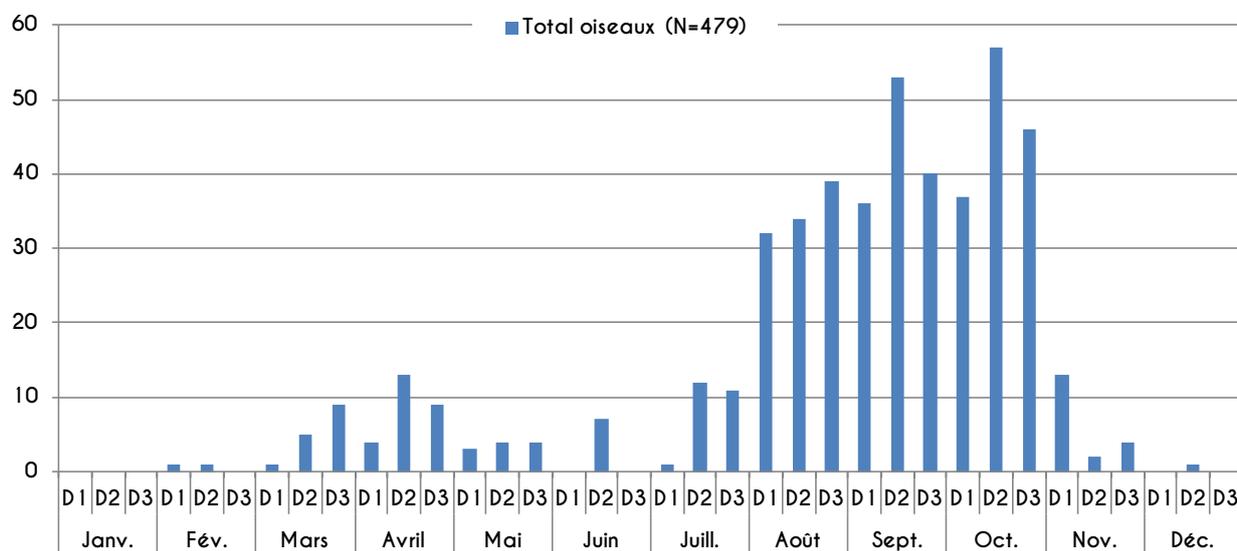
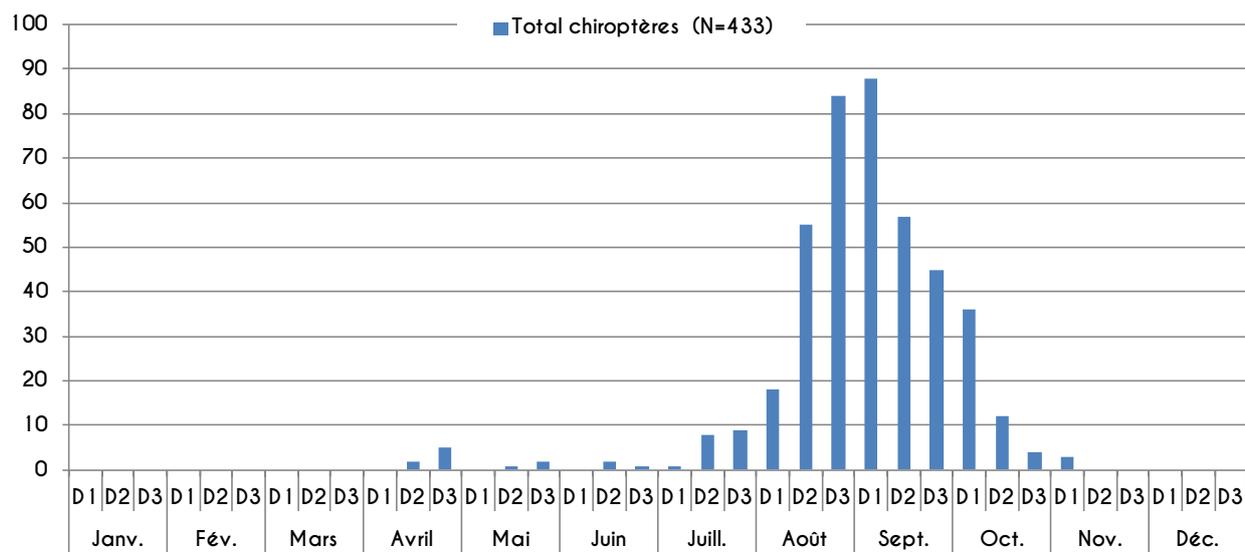
Impact du développement éolien sur les chiroptères et les oiseaux - État des lieux provisoire sur la mortalité connue en Champagne-Ardenne (actualisation 2018). *Plume de Naturalistes* 3 : 195-212.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes : www.plume-de-naturalistes.fr

Annexe 1

Distribution décadaire des données de mortalité avifaune et chiroptères intégrées à la base de données Champagne-Ardenne



Annexe 2

Mortalité de chiroptères due aux éoliennes en Champagne-Ardenne. *np* = information non précisée.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	08	10	51	52	np	Total
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	13	67	51	31		162
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	9	26	40	7		82
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	2	33	24	6		65
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	12	17	31	2		62
Pipistrelle indéterminée	<i>Pipistrellus sp.</i>	2	15	10			27
Chiroptère indéterminé	<i>Chiroptera sp.</i>	1	11	8	3	1	24
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	1		1		3
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>		2	1			3
Noctule indéterminée	<i>Nyctalus sp.</i>			2			2
Murin de bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>		1				1
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		1				1
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>		1				1
Nombre de données							433

Annexe 3

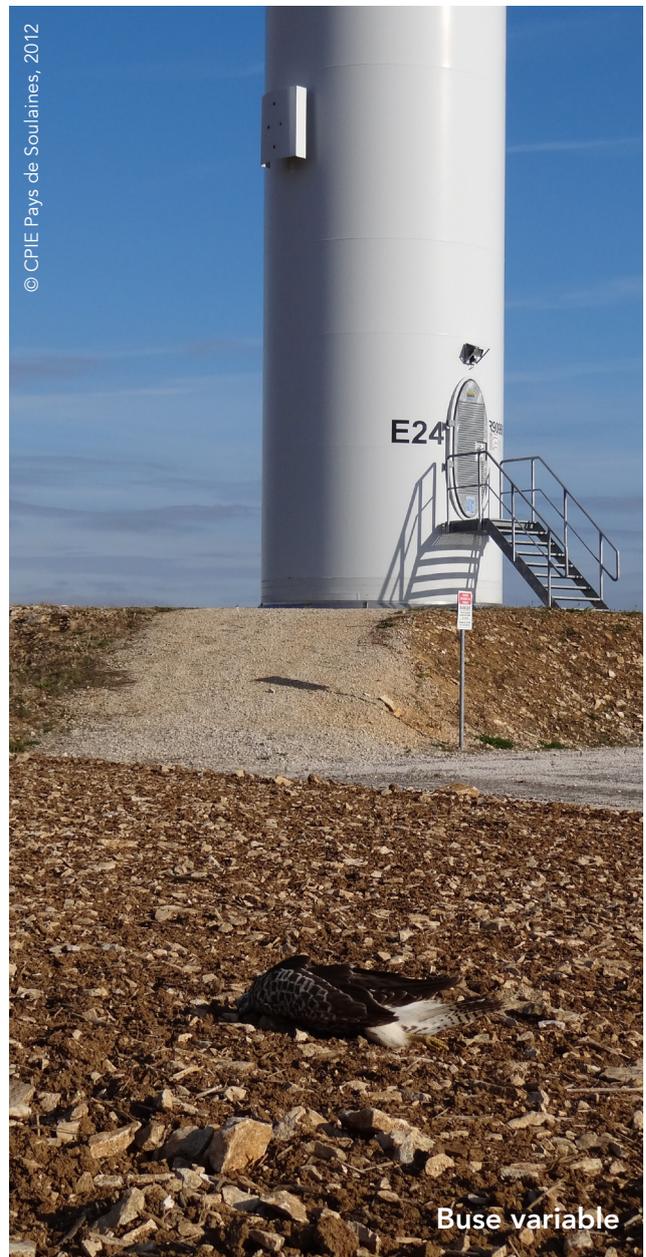
Mortalité d'oiseaux due aux éoliennes en Champagne-Ardenne. *np* = information non précisée.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	08	10	51	52	np	Total
Roitelet à triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	11	22	45	11		89
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	8	7	57	3		75
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	13	11	18	3		45
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	1	16	3	12		32
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	3	11	12			26
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>	1	2	4	11	1	18
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>		6	9	1		16
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	1	2	11	1		15
Roitelet indéterminé	<i>Regulus sp.</i>	1	4	9			14
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	1	1	6	5		13
Pigeon ramier	<i>Colomba palumbus</i>		3	7	2		12
Corneille noire/Corbeau freux	<i>Corvus corone/Corvus frugilegus</i>		2	11			13
Espèce indéterminée	<i>Aves sp.</i>		3	6	1		10
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	2	2	4			8
Bruant proyer	<i>Miliaria calandra</i>	1	3	1			5
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>		2	2	1		5
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>		3	2			5
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>			5			5
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>			4			4
Merle noir	<i>Turdus merula</i>			3	1		4
Perdrix rouge	<i>Alectoris sp.</i>		4				4
Pigeon domestique	<i>Colomba livia f. domestica</i>		2	2			4
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>		1	1	1		3
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	2		1			3
Balibazard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>		1	1			2
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>		1	1			2
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>				2		2
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>		2				2
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	1	1				2
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>			1	1		2

Nom vernaculaire	Nom scientifique	08	10	51	52	np	Total
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>			2			2
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>			2			2
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	1	1				2
Mésange noire	<i>Parus ater</i>		1		1		2
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>			1	1		2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>		1	1			2
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>			1	1		2
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>			1			1
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>		1				1
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	1					1
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>		1				1
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	1					1
Courlis corlieu	<i>Numenius phaeopus</i>			1			1
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>			1			1
Faisan de colchilde	<i>Phasianus colchicus</i>	1					1
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>		1				1
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>			1			1
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	1					1
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>		1				1
Grive indéterminée	<i>Turdus sp.</i>		1				1
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	1					1
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>			1			1
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibudus</i>			1			1
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>			1			1
Nette rousse	<i>Netta rufina</i>				1		1
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>			1			1
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>			1			1
Pinson des arbres	<i>Fringilia coelebs</i>			1			1
Pouillot à grands sourcils	<i>Phylloscopus inornatus</i>				1		1
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>		1				1
Rosignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>				1		1
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>			1			1
Nombre de données							479

Annexe 4

Photographies des principales espèces concernées par les impacts éoliens.





Observation d'un comportement reproducteur d'une Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758) dans une station d'épuration

Par **Pierre GRISVARD**

(pierre.grisvard@laposte.net)



Résumé

Cette note relate l'observation d'un comportement reproducteur d'une Rousserolle turdoïde en 2017 dans un milieu atypique : une station d'épuration (STEP) de type «filtres plantés de roseaux». Cet habitat semble original de par sa faible surface (470 m²) et son absence d'eau libre. De même, le contexte est particulier car cette espèce est devenue très rare en tant que nicheuse en Midi-Pyrénées. La possible reproduction de l'espèce vis-à-vis de son écologie et de la gestion de la STEP est discutée

Mots-clés :

Rousserolle turdoïde,
STEP
filtres plantés de roseaux,
roselière,
Haute-Garonne,
Midi-Pyrénées, Occitanie.

Introduction

La Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758) est une espèce migratrice transsaharienne. Elle niche en Europe depuis les régions méditerranéennes jusqu'au Sud de la Scandinavie, et vers l'Est en Russie. Elle est également présente localement au Maghreb, en Asie mineure et en Syrie (Anonyme, à paraître ; CAUPENNE & MULLER, 2015).

En France, c'est une espèce nicheuse peu commune dont la distribution est très fragmentée. Elle occupe principalement la moitié Est du pays, une partie de la façade atlantique et localement les ex-régions Centre, Midi-Pyrénées et Corse. Ses bastions se situent sur le pourtour méditerranéen, en Lorraine et Dombes (CAUPENNE & MULLER, 2015). Ses populations sont en fort déclin depuis les années 1980. En Midi-Pyrénées par exemple, les effectifs passent de 1 000 couples dans les années 1990 à moins de 50 actuellement, ce qui en fait une espèce nicheuse rare et localisée (BOUSQUET *et al.*, 2012). Elle y est présente dans la plaine de Garonne, ainsi que le long des rivières Tarn et Agout.

La Rousserolle turdoïde est strictement inféodée aux roselières denses et inondées. Elle occupe ainsi les phragmitaies des canaux, des cours d'eau lents ou les roselières des étangs, des lacs, des lagunes et des estuaires (CAUPENNE & MULLER, 2015). Elle profite également des réseaux d'anciennes gravières recolonisées par des typhaies mêlées de Saules (BOUSQUET *et al.*, 2012). La grande phragmitaie âgée inondée, bordée d'eau libre relativement profonde, dont le diamètre des roseaux dépasse 6 mm, représente l'habitat optimal de reproduction. Les formations

de massettes et de scirpes semblent moins appréciées (Anonyme, à paraître ; CAUPENNE & MULLER, 2015).

Suite à cette présentation de l'espèce, une description de l'observation et de son habitat sera détaillée. Puis, un questionnement sur la faisabilité de reproduction de l'espèce en regard du contexte et de la gestion du milieu sera discuté.

Description de l'observation

Le 18 mai 2017, le ciel était nuageux, le vent faible et la température était d'environ 17°C. En réalisant un inventaire faunistique sur la commune de Peyssies (31), située dans la plaine de la Garonne au Sud de Toulouse, j'ai entendu une Rousserolle turdoïde sur la berge d'une ancienne gravière dans des repousses de peupliers. Je n'ai malheureusement pas eu l'occasion de l'observer puisqu'une pluie continue m'a alors incité à arrêter mes prospections. Cette première observation m'a interpellé puisque cette espèce est rare et le milieu peu ordinaire. Cet individu était peut-être en alimentation lors d'une halte migratoire très tardive. En effet, la vallée de la Garonne est un couloir de migration important pour les oiseaux à l'échelle régionale.

Une semaine plus tard, le 24 mai 2018, je suis retourné au même endroit pour continuer l'inventaire. A 8h00, avec une température d'environ 12°C, le vent était nul et le brouillard relativement dense. J'ai de nouveau entendu une Rousserolle turdoïde, mais cette fois dans la roselière de la STEP située à environ 400 m de la première observation. A 12h30, le brouillard s'était levé depuis longtemps et cet individu chantait toujours sur le même poste de chant, où j'ai cette fois pu l'observer



Figure 1

Rousserolle turdoïde chantant dans la roselière (Photo : P. Grisvard)

(Figure 1). Il ne semblait pas s'être arrêté de la matinée.

Il est très possible que l'individu entendu une semaine plus tôt soit le même que celui observé ce jour-là. En effet, la Rousserolle turdoïde est une espèce rare et très localisée dans la région (BOUSQUET *et al.*, 2012). Lors de chaque observation, l'oiseau avait un comportement territorial et était sans doute en activité de reproduction. Dans la région, les individus reviennent de migration entre avril et mai (BOUSQUET *et al.*, 2012), mais des passages s'étalent jusque fin mai (DUBOIS *et al.*, 2008 ; ROUSSEAU *et al.*, 2015). Des couples s'installent cependant dès la fin du mois d'avril et les premières pontes ont lieu de la mi-mai à la première décade de juillet (Anonyme, à paraître).

Néanmoins, aucune femelle n'a été observée et rien ne semblait indiquer sa présence. Il est donc possible que cela ne soit qu'une tentative de reproduction d'un mâle isolé.

Description de l'habitat

La STEP dans laquelle l'oiseau chantait est située dans la vallée de la Garonne au Sud de Toulouse. Cette vallée comporte de très nombreuses gravières plus ou moins anciennes sur tout son cours jusqu'à Bordeaux. A 80 m et 300 m de cette STEP existent 2 gravières d'une superficie respective d'environ 46,5 ha et 8,56 ha d'eau libre. Aucune roselière n'est présente sur ces plans d'eau, ni même dans le secteur. En effet, le réaménagement des gravières n'a pas été réalisé de manière à y favoriser l'installation des roselières. Quelques cultures et prairies complètent les milieux environnants.

La Rousserolle turdoïde chantait donc dans la roselière d'une station d'épuration de type « filtres plantés de roseaux » (**Figure 2**). Cette station a été créée en 2005-2006 par la société TDS (aujourd'hui STEP Concept) et traite à la fois les eaux et les boues. Elle a été dimensionnée pour 500 Equivalentes

Habitants (EH), soit : 3 bassins de 218 m² au premier étage et 2 bassins de 235 m² au deuxième étage pour un total de 1 124 m² (0,11 ha). Néanmoins, le jour de l'observation, seule la roselière des 2 bassins du deuxième étage était présente, c'est-à-dire 470 m². Les 3 bassins du premier étage ne comportaient pas de roselières. Ces roselières sont des formations monospécifiques de Roseau commun (*Phragmites australis*).

Une haie arbustive longe la limite Sud de la parcelle de la STEP. Cette haie peut être utilisée occasionnellement par l'espèce. En effet, la présence de quelques buissons ou arbustes rend l'habitat optimal (GÉROUDET, 1998). Hormis cette haie, seulement quelques ronciers et un alignement de chênes sont présents autour de la STEP.

La présence d'une roselière est indispensable à la reproduction de la Rousserolle turdoïde, puisqu'elle est strictement inféodée à ces formations. D'autres critères sont cependant favorables.

Un milieu réellement favorable à sa reproduction ?

Surface de roselière

La surface de roselière observée ce mois de mai 2017 est relativement petite (470 m²) comparée à la surface habituellement observée pour cette espèce. En effet, le territoire d'un couple couvre en moyenne 5 000 m² à 10 000 m². Mais il arrive que dans certaines régions à biotopes favorables celui-ci atteigne seulement 500 m², voire moins de 400 m² (GÉROUDET, 1998). Par exemple, en Belgique une double reproduction avérée mais uniquement sur une année a eu lieu dans une phragmitaie de 45 à 50 m² située dans un chenal de gravière (Loly et al., 2012). En Côte-d'Or, 4 chanteurs ont été entendus en 2013 dans des roselières de 60 m², 180 m², 200 m² et 300 m² sur un total de 60 à 80 couples recensés dans le département (ROUGERON, 2013). Des mâles chanteurs cantonnés sont même régulièrement



Figure 2

Roselière de la STEP le 24/05/2017 avec présence de Rousserolle turdoïde (Photo : P. Grisvard)

contactés sur des linéaires de roseaux d'à peine 2 mètres de large en bord de Saône (ROUGERON, 2013).

Ainsi, il arrive exceptionnellement que des individus soient cantonnés à des micro-patches de roselière. Ces surfaces concernent néanmoins des gravières, des étangs, des berges de cours d'eau, exceptionnellement des marais et à proximité d'eau libre.

Présence d'eau libre

Il semble d'autre part que cette espèce ait besoin de surfaces inondées ou d'eau libre (Anonyme, à paraître). Dans cette STEP, il n'existe pas d'eau libre, tout au plus quelques flaques. Les gravières situées à proximité peuvent-elles subvenir à ce besoin ? C'est ce qui semble être le cas puisqu'un individu a été entendu sur les berges de la gravière située à 300 m. Une deuxième gravière, beaucoup plus proche, à environ 80 m, est également présente. Néanmoins, cela demande à l'individu beaucoup plus de déplacements, notamment à découvert, et donc une augmentation de la probabilité de prédation.

Gestion et entretien de la STEP

Les roselières de STEP suivent un cycle différent et/ou sont gérées différemment de celles des plans d'eaux, gravières et bords de cours d'eau.

La fauche des roseaux est ainsi réalisée tous les ans ou tous les 2-3 ans, soit au début de l'hiver (lorsque les roseaux commencent à végéter), soit en fin janvier-février. Pour l'hiver 2018-2019, ils ont par exemple tous été coupés mi-janvier. En effet, il est recommandé dans la région de faucher à cette période afin que les tiges puissent constituer une protection durant l'hiver. Une fois coupés, les

roseaux sont, soit évacués, soit laissés à la surface du filtre (M. COURDERC, comm. pers.). Contrairement aux passereaux paludicoles résidents, la Rousserolle turdoïde s'acclimate bien des roselières coupées l'hiver précédent pour se reproduire, et ce dès la première nichée (POULIN, 2009)

La roselière repousse ensuite en mars, c'est-à-dire avant le début de la migration pré-nuptiale de cette espèce. A cette période, si des mauvaises herbes poussent, elles sont arrachées. Il n'y a donc pas de dérangement à cette période puisque l'habitat n'est pas encore attractif ou alors les individus ne sont pas encore arrivés.

Une fois que les roseaux dominent le filtre, l'entretien consiste, 1 à 2 fois par semaine, en la rotation des alimentations des filtres (manœuvre des vannes), l'évacuation des déchets du dégrilleur (à l'entrée de la station) et le nettoyage des ouvrages (M. COURDERC, comm. pers.). Ainsi, le dérangement hebdomadaire est faible, 40 minutes maximum par visite (Groupe de travail EPNAC, 2015), et ne concerne pas directement la roselière. De plus, la STEP est entièrement clôturée, il n'y a donc pas d'autres dérangements (humains ou liés à d'autres mammifères comme le sanglier par exemple).

Plus occasionnellement a lieu un curage des filtres tous les 10 à 15 ans en période sèche (c'est-à-dire juillet-août ou septembre) avec fauche des roseaux au préalable (comm. pers. M. COURDERC). Cet entretien peut par contre avoir un effet dévastateur s'il est effectué en juillet, avec la présence de jeunes encore non volants. En fonction des STEP, cette gestion est effectuée par la commune ou par Réseau 31 (Opérateur public en charge de la gestion du cycle de l'eau en Haute-Garonne). Il conviendrait évidemment de préconiser ce curage le plus tard possible, au mieux en septembre.

Discussion

Toutes les données de reproduction de l'espèce en Midi-Pyrénées sont intéressantes étant donné sa quasi-extinction dans la région (G. RIOUX, comm. pers.). Les données de présence de cette espèce en Midi-Pyrénées depuis 2012 – c'est-à-dire depuis l'Atlas des Oiseaux Nicheurs de Midi-Pyrénées et celui de l'Atlas des Oiseaux de France – sont évaluées à moins d'une quinzaine, localisées dans les départements de l'Ariège, du Tarn et de l'Aveyron (sources : www.webobs.cen-mp.org, www.faune-france.org et www.faune-tarn-aveyron.com). De plus, la majorité de ces observations ne mentionne pas des comportements nicheurs.

Cette quasi-extinction de l'espèce en Midi-Pyrénées semble résulter directement de la disparition des roselières (BOUSQUET *et al.*, 2012), au moins à l'échelle régionale. En Europe comme en France, les roselières ont été dégradées et/ou ont fortement régressé (VAN DES PUTTEN, 1997 ; SINNASSAMY & MAUCHAMP, 2000). En 2008, seulement 13 roselières (dont phragmitaie, glyceriaie, phalaridaie, scirpaie et typhaie) ont été recensées en Midi-Pyrénées pour un total de 39,48 ha (LE BARZ *et al.*, 2009). La forte régression de son habitat, liée à un changement d'exploitation des gravières, avec des fronts de taille plus verticaux et des comblements plus rapides en fin d'exploitation est une des causes de l'important déclin de l'espèce en Midi-Pyrénées (BOUSQUET *et al.*, 2012).

Cette observation semble donc confirmer en partie les causes de régression de l'espèce dans la région, puisque la présence d'une roselière, même de très petite surface, avec présence de plans d'eau à proximité a suffi pour inciter l'espèce à se réinstaller.

Toutefois, le comportement de l'oiseau semble seulement indiquer une tentative de reproduction. Je ne sais pas si elle a été effective, même si l'habitat paraît suffisant pour lui permettre d'effectuer un cycle complet de reproduction. De nombreux critères y sont en effet favorables : présence d'une roselière plus ou moins similaire aux roselières habituelles, faible dérangement, roselière stable dans le temps, présence d'eau libre à proximité et faible concurrence (interspécifique). Seul l'entretien réalisé uniquement tous les 10 à 15 ans peut avoir de graves conséquences sur l'espèce, mais il reste occasionnel et des solutions existent pour les éviter comme la fauche et le curage tardifs (en septembre).

Après consultations de quelques ornithologues dans diverses régions de France où l'espèce est encore bien représentée, il n'existe que deux sites connus de reproduction dans une STEP, tous les deux situés dans l'Aude (G. OLIOSO, comm. pers.). Dans ce département, le contexte est néanmoins très différent avec des populations beaucoup plus importantes. Ainsi, c'est une nicheuse bien représentée dans la plupart des roselières du littoral, et parfois même plus commune que la Rousserolle effarvate dans certaines zones humides intérieures (ROUSSEAU *et al.*, 2015). Avec 7 546 ha, les surfaces de roselières en Languedoc-Roussillon sont beaucoup plus importantes qu'en Midi-Pyrénées, classant la région au 3^e rang national pour cette surface d'habitat (LE BARZ *et al.*, 2009).

A l'inverse, il existe en Franche-Comté un site où ce type de STEP est situé à côté d'une roselière dans un bras mort. La Rousserolle turdoïde occupe le bras mort mais apparemment pas la STEP (J.-P. PAUL, comm. pers.).

Par ailleurs, cette observation reflète le caractère dépendant et très spécialisé de l'espèce vis-à-vis d'une formation végétale, même lorsque sa présence est d'origine anthropique. Ainsi, la Rousserolle turdoïde était également présente dans le Lauragais dans quelques zones humides artificielles favorables bordant l'autoroute A61 (BOUSQUET *et al.*, 2012). DUBOIS *et al.*, 2008 mentionne aussi une fréquentation exceptionnelle dans des milieux moins typiques mais sans préciser lesquels.

La Rousserolle turdoïde semble donc s'adapter aux milieux anthropiques pour en faire des milieux de substitution comme par exemple le Petit gravelot dans les carrières, le Faucon pèlerin dans les villes ou encore

l'Hirondelle de rivage dans les gravières. Peut-on alors imaginer qu'avec une gestion appropriée ce type d'installation soit favorable à plus grande échelle pour cette espèce, et notamment dans les secteurs pauvres en roselières ? Il serait intéressant de prêter attention aux STEP de type filtres plantés de roseaux dans les secteurs de gravières de la vallée de la Garonne afin d'y recenser d'éventuelles observations similaires.

D'autre part, ces STEP sont en cours d'amélioration pour la biodiversité en général, avec notamment la mise en place de zones de rejets végétalisés (prairie, bassin, fossé) actuellement en expansion en France (BASILICO *et al.*, 2017).

Remerciements

Je remercie tout particulièrement Mathieu Couderc (STEP Concept) pour ses nombreux détails sur la gestion des STEP et en particulier sur celle de Peyssies. Mes remerciements s'adressent également aux ornithologues qui ont bien voulu répondre à mes questions, mais aussi

pour leurs conseils et leurs apports bibliographiques : Alain Bernard, Philippe Malenfert, Georges Oliosio, Jean-Philippe Paul et Ghislain Riou. Enfin, je remercie Michel Barataud pour sa relecture et les améliorations apportées au texte.

Bibliographie

ANONYME (À PARAÎTRE) - CAHIERS D'HABITATS NATURA 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, *Cahiers Oiseaux* (version provisoire de 2008), Ministère en charge de l'écologie - MNHN.

BASILICO L., PROST-BOUCLE S., VASSEUR L. & VILLEMAGNE E. 2017. Les zones de rejet végétalisées : repères scientifiques et recommandations pour la mise en œuvre. *Comprendre pour Agir*, coll., 25, 20 p.

BOUSQUET J.-F., FRÉMAUX S. & RAMIÈRE J. 2012. Rousserolle turdoïde, *Acrocephalus arundinaceus* in FRÉMAUX S. & RAMIÈRE J. COORD. (2012). Atlas des oiseaux nicheurs de Midi-Pyrénées. Nature Midi-Pyrénées. Delachaux et Niestlé, Paris. 512 p.

CAUPENNE M. & MULLER Y. 2015. Rousserolle turdoïde, in ISSA N. & MULLER Y. COORD. (2015). Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale. LPO / SEOF / MNHN. Delachaux et Niestlé, Paris.

DUBOIS P.-J., LE MARÉCHAL P., OLIOSO G. & YÉSOU P. 2008. Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux et Niestlé. 559 p.

GROUPE DE TRAVAIL EPNAC. 2015. Guide d'exploitation des ouvrages de traitement par filtres plantés de roseaux. ONEMA / IRSTEA, 30 p.

GÉROUDET P. 1998. Les passereaux d'Europe. De la Bouscarle aux Bruants. Tome 2. Delachaux et Niestlé. Paris. 33-38 p.

LE BARZ C., MICHAS M. & FOUQUE C. 2009. Les roselières en France métropolitaine : premier inventaire (1998-2008). *Faune Sauvage*, 283 : 14-26.

LOLY P, JOBÉ P. & FOUARGE J. 2012. Double nidification de la Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* à Amay en 2009. *Aves*, 49(4) : 254-256.

POULIN B. 2009. Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* in FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y. & OLIOSO G. (2009) Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur. LPO PACA, Delachaux et Niestlé, Paris, 182 p

ROUGERON A. 2013. La Rousserolle

turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* en Côte-d'Or : un état des lieux en 2013. *Le Tiercelet*, 22 : 10-15.

ROUSSEAU E., CLÉMENT D., GILOT F., GUILLOSSON T., OLIOSO G. & RIOLS C. 2015. Liste commentée des oiseaux de l'Aude. Version 1 (novembre 2015). LPO Aude 2015.

SINNASSAMY J.M. & MAUCHAMP A. 2000. Roselières : gestion fonctionnelle et patrimoniale. ATEN edit., Fondation EDF, Réserves Naturelles de France et Station Biologique de la Tour du Valat publ., *Cahiers Techniques*, 63, 96 p.

VAN DER PUTTEN W.H. 1997. Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European Research Programme on Reed Die-back and Progression (1993-1994). *Aquatic Botany*, 59 : 263-275.

Pour citer cet article :

GRISVARD P. 2019.

Observation d'un comportement reproducteur d'une Rousserolle turdoïde *Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758) dans une station d'épuration. *Plume de Naturalistes* 3 : 213-220.

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes*:
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Découverte d'une colonie de Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) dans un lieu atypique du département des Alpes -Maritimes.

Par **Lénaïc ROUSSEL^{1*}**, **Mattias PEREZ¹**,
Thomas CROZE¹

¹Naturalia environnement :

Site Agroparc, 20 rue Lawrence Durrell,
BP 31 285, 84 911 Avignon cedex 9.

*l.rousseau@naturalia-environnement.fr



Résumé

Un gîte occupé par une colonie composée d'une trentaine de petit rhinolophe est découvert en mai 2018 sur la commune de Peille (Alpes-Maritimes). La configuration singulière de cet abri et sa proximité à un axe routier révèle la plasticité des petits rhinolophes qui ont su adapter leur route de vol à une situation synanthropique inédite. La bouche d'un avaloir d'évacuation des eaux pluviales, constitue ici le passage préférentiel de la colonie, qui exploite sous couvert d'une infrastructure routière, une cavité semi-naturelle étroitement liée à un accident géologique d'origine karstique.

Contexte de la découverte

Une découverte est bien souvent le fruit de conjonctures imprévisibles, et celle qui nous intéresse ici n'est pas dénuée de hasard. Alors que nous menions un soir de mai de l'année 2018, sur les pentes du Mont Agel (commune de Peille), des prospections à la recherche d'un reptile (*Spélerpès de Strinati* *Speleomantes strinati* [ALLEN, 1958]), nous nous sommes arrêtés devant une étrange bouche de caniveau bordant la D153. L'un d'entre nous a soulevé la grille et invité son acolyte à jeter un œil dans le gouffre qui s'amorçait en contre-bas, et où le *Spélerpès* aurait pu trouver refuge. Ce dernier, plongeant dans le précipice, découvrait une vaste spéléonque développée sous la route et à défaut d'y trouver un *Spélerpès de Strinati*, put distinguer plusieurs Chiroptères qui prirent alors leur envol, certains pénétrant plus avant dans l'aven, d'autres restant fixés au tablier. Suite à ces brèves observations nous entreprîmes de nous rendre sur le site le 4 juillet 2018 afin de mener une analyse plus fine du contexte mésologique, déterminer l'appartenance taxonomique de la ou des espèces de chauve-souris et la manière dont elles pouvaient habiter cet espace singulier.

Originalités structurelles d'un gîte semi-naturel

La D153 sillonne le flanc sud du mont Agel et recoupe, entre 750 et 850 m d'altitude, une section de calcaires durs du Jurassique supérieur (Tithonien : $-152,1 \pm 0,9$ à env. $-145,0$ Ma) riche d'un système de failles transverses et d'un réseau karstique particulièrement développé. Le déblaiement engendré par

la construction de l'infrastructure routière a mis à jour un accident géologique d'origine probablement karstique qui forme un aven et dont l'entrée supérieure a été partiellement obturée par la pose d'un tablier en béton. Un dispositif d'évacuation des eaux pluviales a été préférentiellement positionné au droit de l'orifice du gouffre, ce dernier ayant été pour partie muré jusqu'à joindre les accumulations bréchiques.

La perméabilité entre l'espace aérien et souterrain est assurée par trois principales embrasures : une grille plate en fonte de récupération des eaux pluviales avec ajourage de 20 mm, associée au dispositif suivant ; un avaloir béton ouvert sur une longueur de 61 cm, une hauteur de 17 cm au centre et de 15 cm à ses extrémités ; et enfin un interstice entre le parapet béton, la brèche et les calcaires tithoniques, qui est étendu sur près de 50 cm de long et une hauteur variable de 5 à 10 cm.

L'espace souterrain est composé de deux parties. La première est une caverne semi-naturelle se développant au contact de la paroi calcaire et se prolongeant sous le tablier de l'infrastructure routière. Ce tablier est supporté par 4 poutres béton espacées de 60 cm. La hauteur sous plafond est globalement faible, elle varie de 1 m environ sous le tablier et de 50 cm sous les poutres, et la température ressentie y est plutôt élevée. Le parterre est constitué par les roches naturelles (calcaires tithoniques et bréchiques) où s'accumule localement une litière composée de feuilles de chêne vert. Aucun suintement n'a été observé. La seconde partie correspond à l'aven naturel qui prolonge, depuis la première chambre, l'axe vertical de l'accident géologique. Un boyau de 50 cm sur 2 m de côté semble atteindre plusieurs mètres de profondeur (5 à 10 m ?) et entretenir une ambiance plus fraîche.

Une colonie de petit rhinolophe au comportement inédit

Seule espèce identifiée lors de la visite du 4 juillet 2018 (écoute active [BARATAUD, M. 2012] à l'aide d'un détecteur de marque « Pettersson », modèle « D 240X »), le petit

rhinolophe forme ici une petite colonie comptant une trentaine d'individus. Les observations crépusculaires ont permis de dénombrés 28 individus en sortie de gîte. L'échappée s'est échelonnée sur près d'une demi-heure, le premier individu étant sorti à 21 h 24 et le dernier à 21 h 50. Une descente post-crépusculaire dans la cavité a permis d'observer cinq jeunes

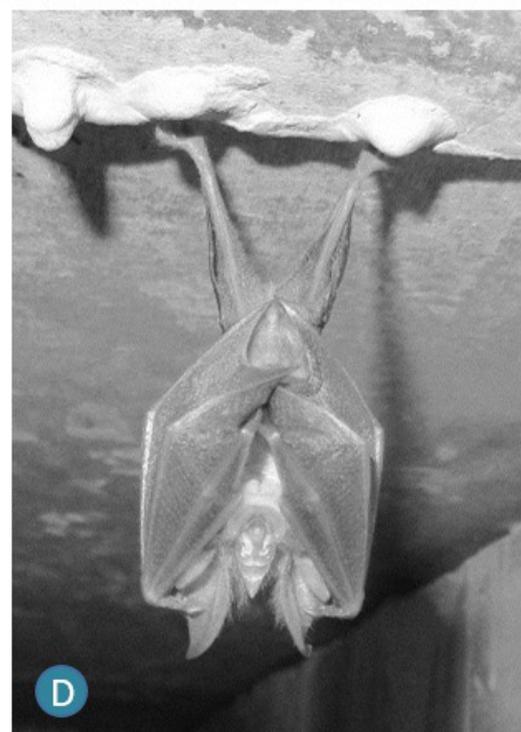
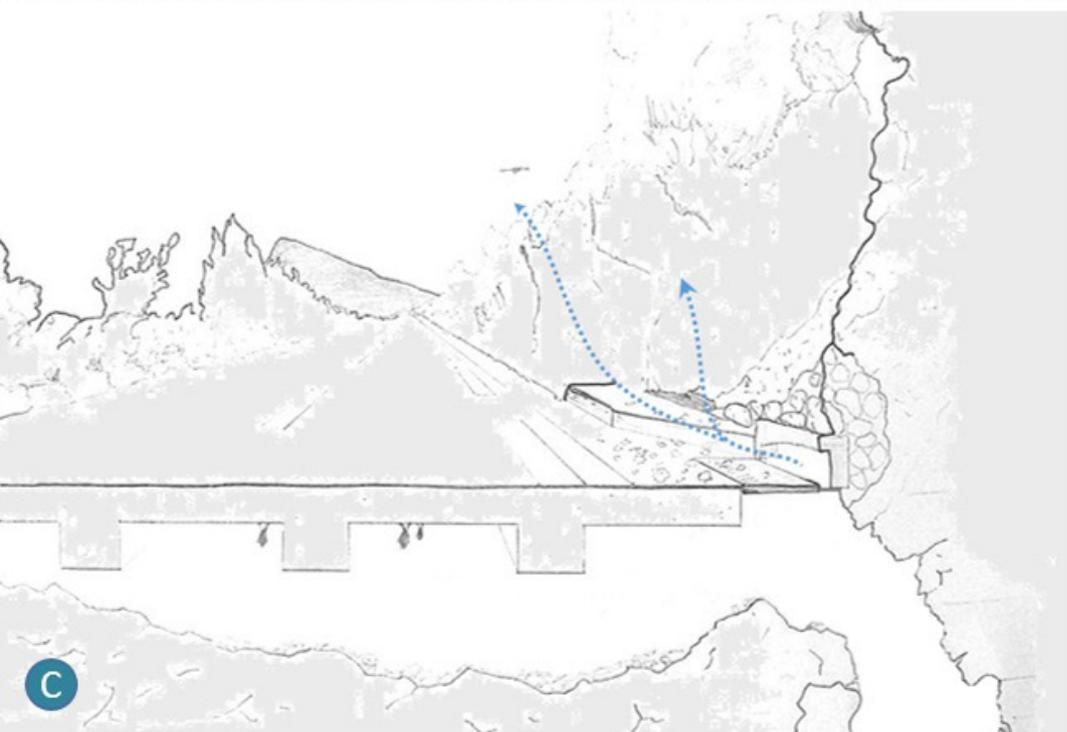


Figure 1 : A - front rocheux et matorral à chêne vert dominant l'avaloir béton ; B - vue sur l'avaloir béton constituant l'entrée/sortie de gîte ; C - coupe transversale de la route et de la cavité, les pointillés bleus représentant les routes d'envol des chauves-souris depuis la sortie de gîte ; D - jeune petit rhinolophe en repos sous les travées béton.



Conclusion

individus demeurant dans les deux premières travées du tablier. Le faible effectif constaté est probablement liée à un printemps particulièrement pluvieux qui a pu retarder les mises-bas.

L'itinéraire de sortie de gîte est surprenant en ceci qu'il consiste à emprunter la bouche de l'avaloir, par laquelle tous les individus observés en vol sont passés, et par une trajectoire de vol particulièrement restreinte puisque aucun individu n'a franchi la ligne blanche discontinue du bord de route. Nous notons également qu'après être sortis, tous les individus ont pris quasiment la même route de vol, hormis deux spécimens qui ont empruntés une trajectoire opposée au reste de la colonie.

Alors que la synanthropie a été de multiple fois démontrée chez les chauves-souris, que ce soit par la fréquentation régulière de bâtiments, de ponts ou de mines en tant que gîte etc. (GCRA, 2014), l'utilisation d'un site complexe tel qu'il nous apparait ici avec l'étroite association d'un aven naturel et d'une infrastructure routière, est quant à elle plus rarement documentée. Bien que l'exploitation par les Chiroptères d'une situation aussi singulière puisse paraître anecdotique à première vue, de telles configurations existent pourtant au long des routes escarpées des Alpes-Maritimes et plus largement du massif et des contreforts alpins, et en cela peuvent nous laisser supposer qu'il ne s'agit pas là d'un cas isolé.

En outre, l'utilisation d'un avaloir d'eaux pluviales pour quitter ou regagner un gîte constitue une originalité inédite dans l'adaptation du comportement de vol chez les Chiroptères aux environnements nouveaux façonnés par les activités humaines. Qui plus est, la trajectoire suivie en sortie de gîte, qui exclue la bande de roulement (ZURCHER, A.A., SPARKS, D.W. & BENNETT, V.J. [2010]) située pourtant en étroite accointance de la bouche de l'avaloir, semble pouvoir témoigner là encore du formidable potentiel d'adaptation comportementale de ces Mammifères volants pour qui les risques de collision restent encore une source importante de mortalité sur les axes fréquentés. Pour

Remerciements

Nous remercions chaleureusement Guillaume AUBIN, Charlotte HONNORAT et Fabien CLAIREAU pour les améliorations qu'ils ont pu apporter à ce document.

autant, les risques de collision liés à la fréquentation de la D153 restent très faibles compte tenu du nombre restreint d'utilisateurs.

L'entière responsabilité de l'aven n'a pour l'instant pas pu être explorée car la période estivale



reste critique pour la survie des jeunes et le maintien de la colonie. Une excursion sera mise en œuvre prochainement, lorsque la fréquentation chiroptérologique sera au plus bas, afin d'étudier plus finement les spécificités de ce lieu singulier.

Pour autant, nous supposons que l'existence des deux parties internes (caverne semi-naturelle et aven), constitue un atout pour la colonie en termes de régulation thermique et de quiétude. En fonction de l'évolution des températures et



tout particulièrement en période estivale, ou encore lors d'une intrusion quelconque, tout ou partie de la colonie peut effectuer des mouvements de repli entre la caverne semi-naturelle (chaude et accessible) et l'aven (probablement plus frais et d'accès malaisé), et en tirer parti pour leur survie et/ou leur reproduction.

Pour citer cet article :

ROUSSEL L., PEREZ M., CROZE T. 2019

Découverte d'une colonie de Petit Rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800) dans un lieu atypique du département des Alpes -Maritimes..
Plume de Naturalistes 3 : 221-226.

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes*:
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Bibliographie

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*), 344 p.

CEREMA, 2016 ; Chiroptères et infrastructures de transport.

GROUPE CHIROPTÈRES DE LA LPO RHÔNE-ALPES, 2014 ; Les chauves-souris de Rhône-Alpes, LPO Rhône Alpes, Lyon, 480 p ;

LPO VENDÉE, MARS 2013 ; Les chauves-souris dans les ouvrages d'art.

ZURCHER, A.A., SPARKS, D.W. & BENNETT, V.J. (2010) ; Why the bat did not cross the road? *Acta Chiropterologica*, 12, 337–340.

La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) sur le site Natura 2000 « Étangs du Nord de la Haute-Vienne » : Localisation des sites de ponte et déplacements

Par **Sandrine Faure, GMHL**
ninou087@hotmail.fr



Résumé

Une étude réalisée en 2006/2007 sur la Cistude d'Europe a permis d'apporter de nouvelles connaissances sur les individus vivant à l'étang de Moustiers (Haute-vienne). Le CMR (capture-marquage-recapture) et la télémétrie ont permis de mieux connaître cette population limousine, de déterminer les sites de ponte et d'appréhender les déplacements des femelles, en milieu aquatique et terrestre. Les individus ont été suivis de jour comme de nuit.

Les résultats révèlent 12 sites de ponte et indiquent que les femelles pondent sur des parcelles de culture mais aussi de friche forestière, malgré la présence de prairies à proximité de l'étang. Elles pondent majoritairement la nuit bien qu'une femelle ait pondu en pleine journée. Par ailleurs deux cas de double ponte ont été observés, phénomène peu fréquent.

Enfin, des mesures de gestion sont proposées, visant à répondre aux menaces potentielles sur cette espèce au sein de la zone d'étude.

Introduction

La Cistude d'Europe est une petite tortue qui présente une peau sombre parsemée de taches jaunes et des stries jaunes sur sa carapace ovoïde et aplatie. Le plastron est plus clair et brun/jaunâtre (**Figure 1**).

La tête sombre est tachetée de jaune vif avec un bec pouvant être verdâtre. Les membres noirs sont généralement rayés de jaune à l'instar de la queue qui est longue et effilée. Les pattes palmées sont pourvues de longues griffes. Les mâles sont généralement plus grands que les femelles et par conséquent leur poids est supérieur. Le poids de la femelle varie quant à lui avec son cycle d'activité, étant logiquement plus important en période de gravidité.

La cistude est une espèce grégaire dulçaquicole vivant à basse altitude. Les zones humides l'abritent, allant des étangs eutrophes comme en Brenne (Indre) aux rivières oligotrophes comme en Provence. C'est une espèce sédentaire qui passe la majeure partie de sa vie dans l'eau.

Elle peut également coloniser des milieux beaucoup plus anthropiques en bordure d'agglomération.

Si cette espèce est capable de coloniser une large gamme de milieux, ces derniers doivent néanmoins regrouper certaines caractéristiques indispensables au déroulement de ses activités. Son habitat est subdivisé en plusieurs micro-habitats : site de thermorégulation (basking), de nourrissage, d'hivernage et de reproduction. Toutes ces activités constituent le cycle biologique de l'espèce.

La reproduction est le moment fort de leur cycle d'activité. La maturité sexuelle est atteinte chez les mâles vers 8-10 ans contre 12-13 ans chez les femelles. La majorité des accouplements a lieu à partir de mars jusqu'en octobre et principalement en avril/mai. La ponte a ensuite lieu de mi-mai à mi-juillet principalement et varie entre 3 à 18 œufs. Elle est généralement unique dans l'année, mais il peut exister deux à trois pontes annuelles, en fonction de l'âge et de la taille de la femelle.

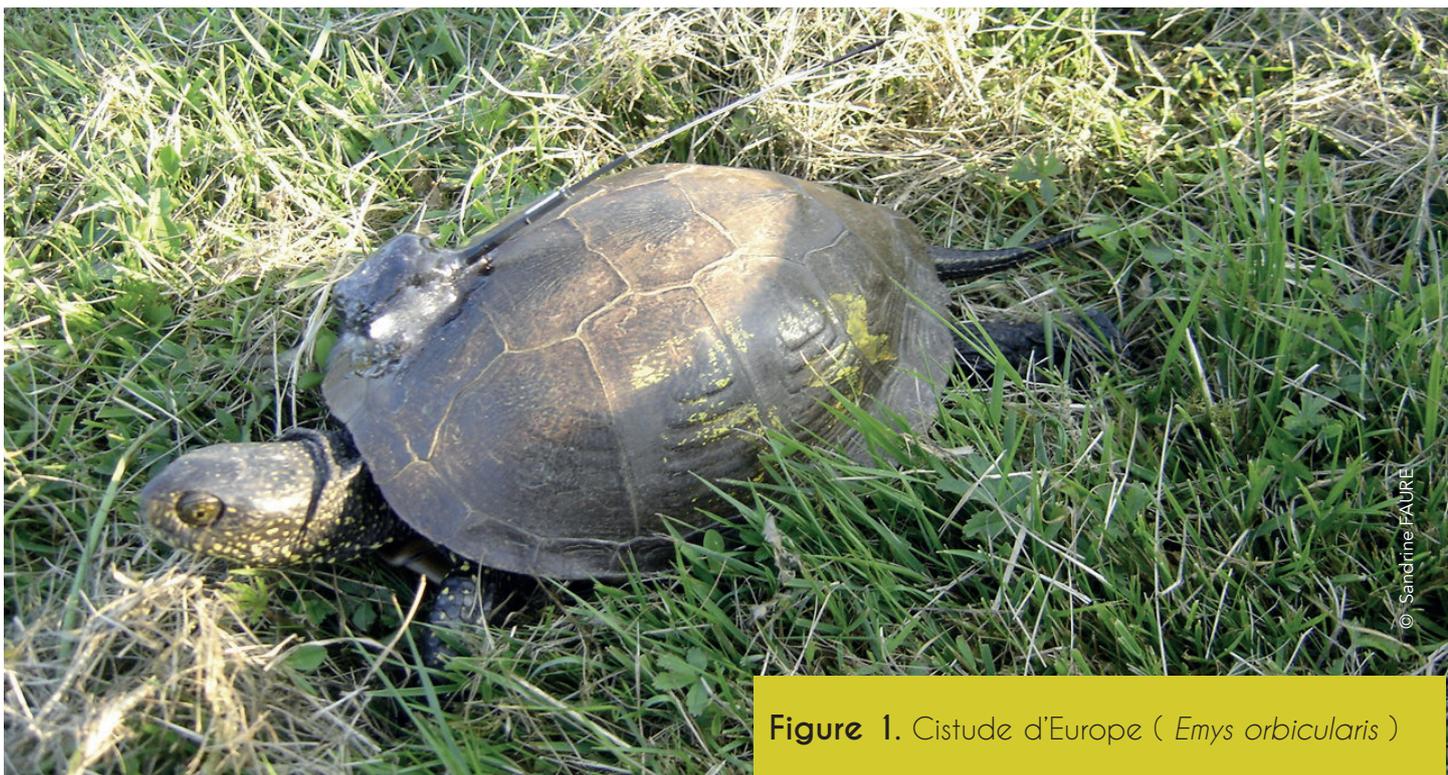


Figure 1. Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*)

Cependant, toutes les femelles ne participent pas chaque année à la reproduction en terme d'accouplement et de ponte. En effet, elles peuvent d'une part ne pas pondre et d'autre part stocker le sperme des mâles. Cette accumulation peut se faire en prévision de mauvaises conditions environnementales ou de bonne qualité du sperme.

En période de ponte, la femelle quitte le milieu aquatique en fin de journée et part à la recherche d'un site adéquat : pente exposée au sud/sud-est, sans trop de végétation ombragée autour permettant ainsi un maximum d'ensoleillement, et un sol sableux/sablo-limoneux. La ponte a généralement lieu en début de soirée et plus tard dans la nuit. La femelle prend soin de pondre à proximité de sites aquatiques. Il semblerait exister une certaine fidélité au site de ponte.

L'étude de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) a débuté dès le début du siècle dernier avec ROLLINAT (1914), mais ce n'est qu'à partir des années 1980 qu'elle est vraiment étudiée.

Depuis, elle bénéficie de nombreuses protections :

- annexes II (espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation) et IV (espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte) de la Directive Habitats-Faune-Flore ;
- annexe II de la Convention de Berne (espèces de faune strictement protégées) ;
- liste rouge des espèces menacées au niveau national.

En Limousin, la Cistude d'Europe est un des reptiles les plus méconnus et sans doute les plus menacés. Une étude a donc été réalisée en 2006 et 2007, ce qui a permis d'apporter de nouvelles connaissances sur la population vivant à l'étang de Moustiers, située dans le site Natura 2000 « Étangs du Nord de la Haute-Vienne » (**Figure 2**). L'objectif principal était de localiser les sites de pontes.

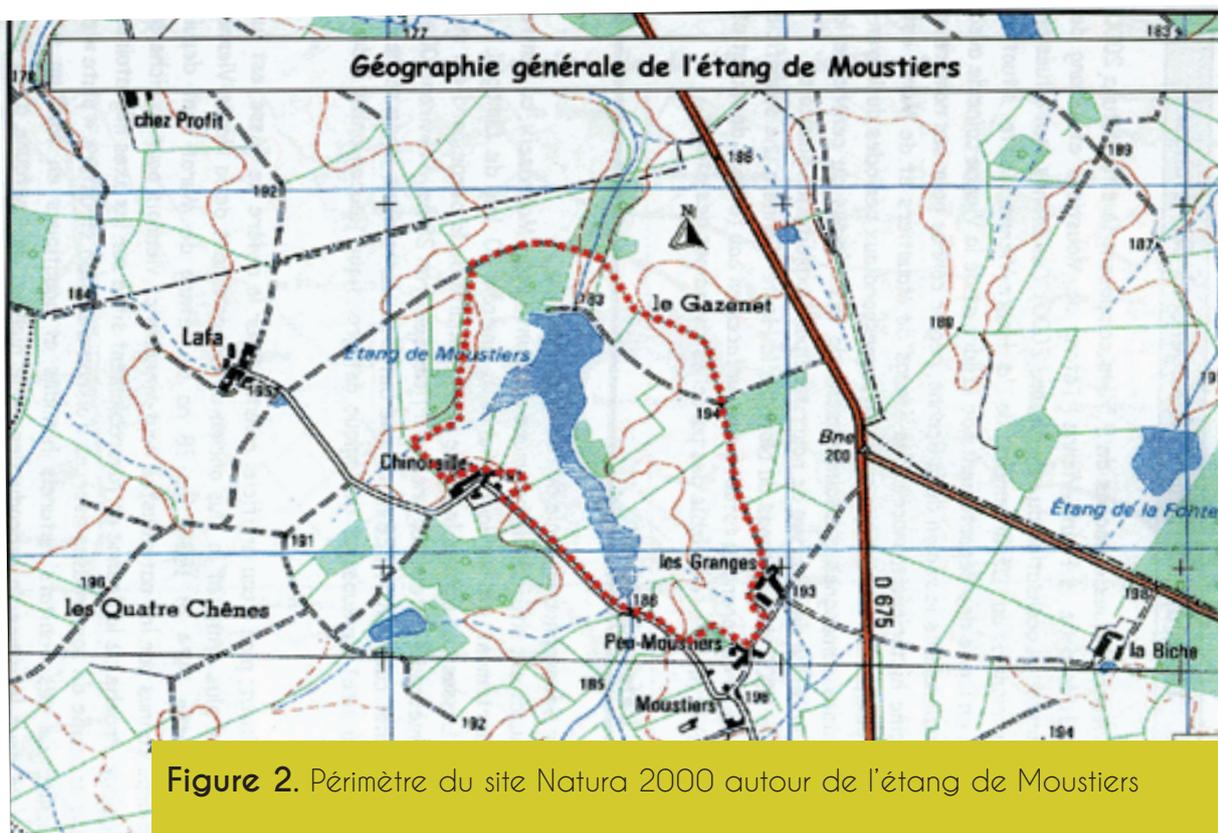


Figure 2. Périmètre du site Natura 2000 autour de l'étang de Moustiers

Matériels et Méthode

En premier lieu, une étude bibliographique a été effectuée afin de mieux connaître l'espèce mais aussi l'habitat qu'elle utilise (voir bibliographie).

Pour cette étude, la technique de CMR (capture-marquage-recapture) a été utilisée ; elle permet d'estimer la taille d'une population mais aussi l'utilisation qu'elle fait de son habitat. Trois sessions de 5 jours ont été mises en place, s'accordant avec la période d'activité de l'espèce. Des verveux sont placés perpendiculairement à la berge (**Figure 3**) et répartis sur l'ensemble de l'étang (saulnaie-aulnaie ; iridaie ; eaux plus profondes ; zones agrémentées de branches mortes ; eaux libres ...).

Une fois les individus capturés, un marquage individuel est effectué selon le code utilisé par OLIVIER (2002) (**Figures 4 et 5**) ; une encoche est réalisée sur les écailles marginales à l'aide d'une lime, ou d'un couteau pour les juvéniles (**Figure 6**).

Après avoir marqué l'individu, ce dernier est sexé, pesé et mesuré. L'âge est ensuite estimé par comptage des lignes d'arrêt de croissance.

L'objectif principal de l'étude étant la localisation des sites de ponte, chaque femelle adulte capturée est palpée au niveau de l'aine. Lorsqu'elle est gravide, elle est équipée d'un émetteur de 15 g (10 au total).

Au total, 11 femelles gravides ont été équipées et suivies.

Le matériel employé est composé d'une boussole, d'un récepteur GPS portable Sportracktm (Magellan), d'un récepteur de type Yaesutm VR-500 et d'un récepteur de type Australism 26K Scanning Receiver.

Les femelles sont surveillées de jour comme de nuit et le suivi s'étale sur toute la période d'étude, y compris pendant les sessions de capture. Le radio-pistage consiste dans

notre cas en un contrôle dans la matinée (10/11h) et l'après-midi (17/18h). Le relevé du soir débute à partir de 19h et se poursuit jusqu'à 01h30-2h du matin en moyenne, moment pendant lequel les tortues sont plus susceptibles de pondre.

En outre, des prospections de terrain durant l'étude sur un rayon d'un kilomètre autour de l'étang ont été effectuées afin de détecter d'éventuelles pontes prédatées.

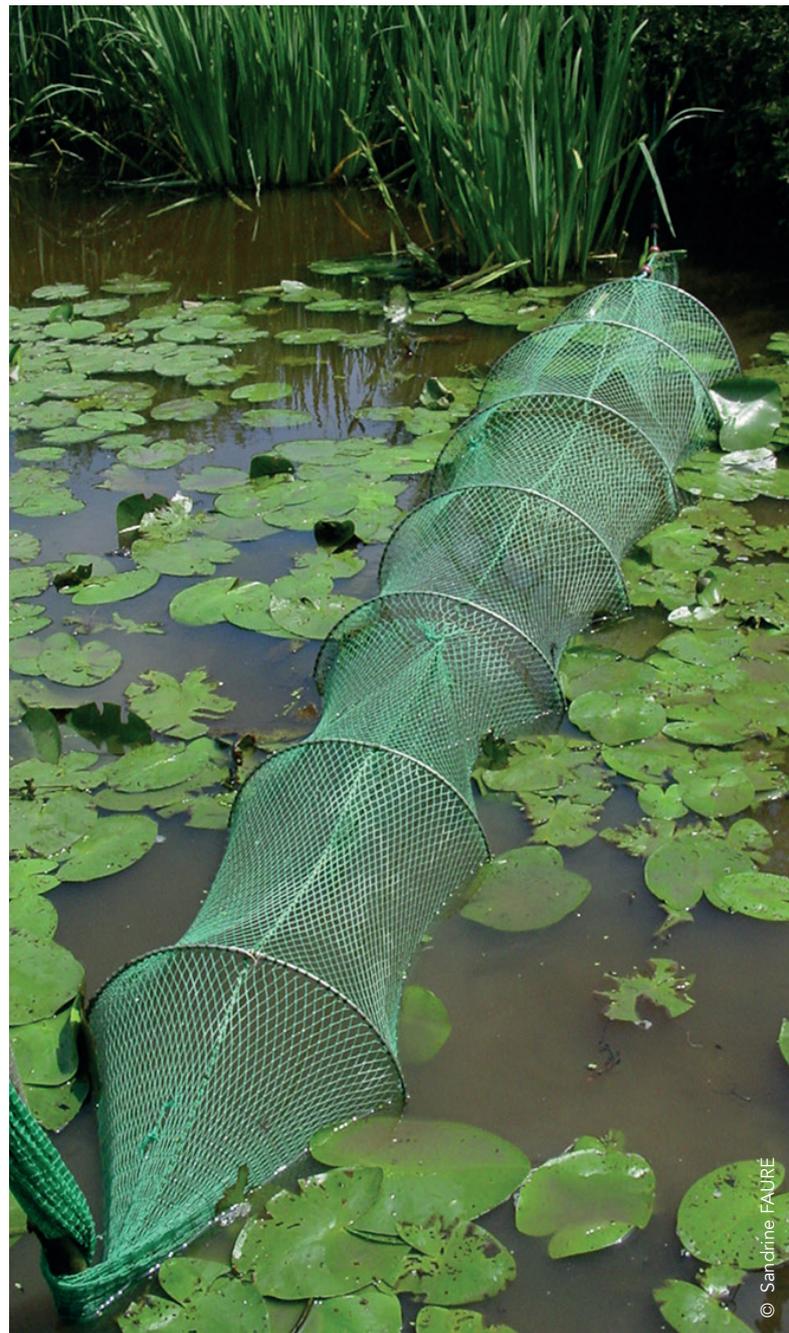


Figure 3. Verveux localisé au niveau de la saulnaie-aulnaie



© Sandrine FAURE

Figure 4. Prise de mesure de la dossière d'une tortue

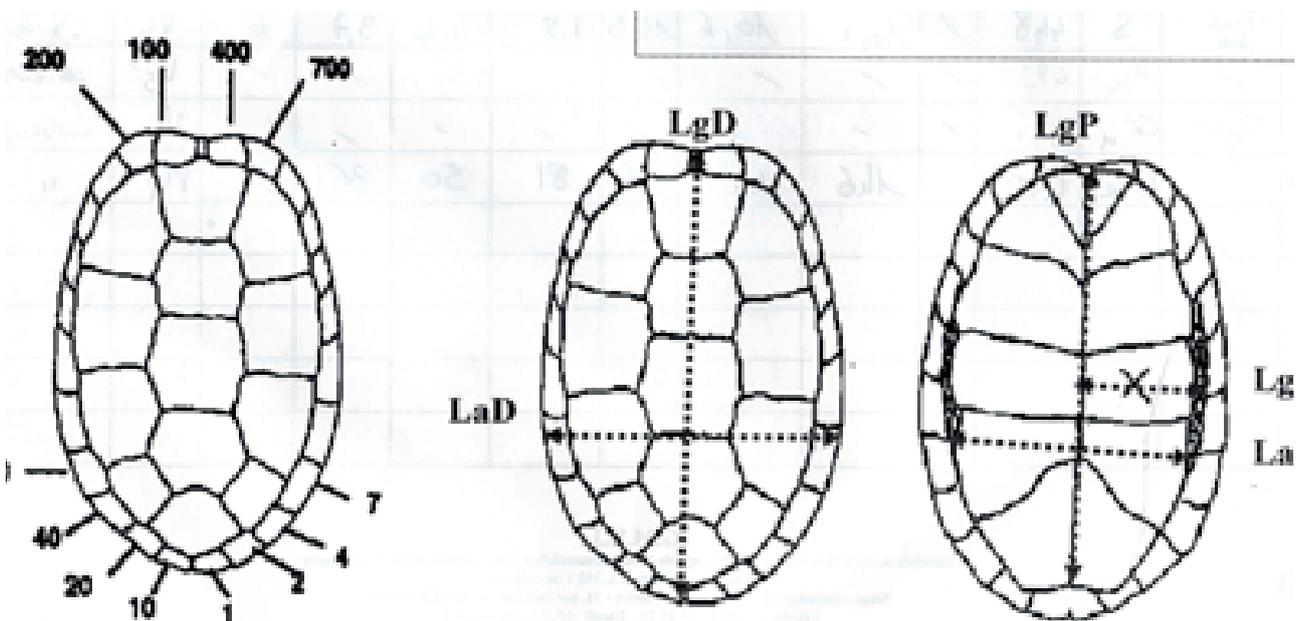


Figure 5. code de marquage des écailles marginales (37) – modèles de prise des mesures (LgD, LaD, LgP, LgeV, LaP)

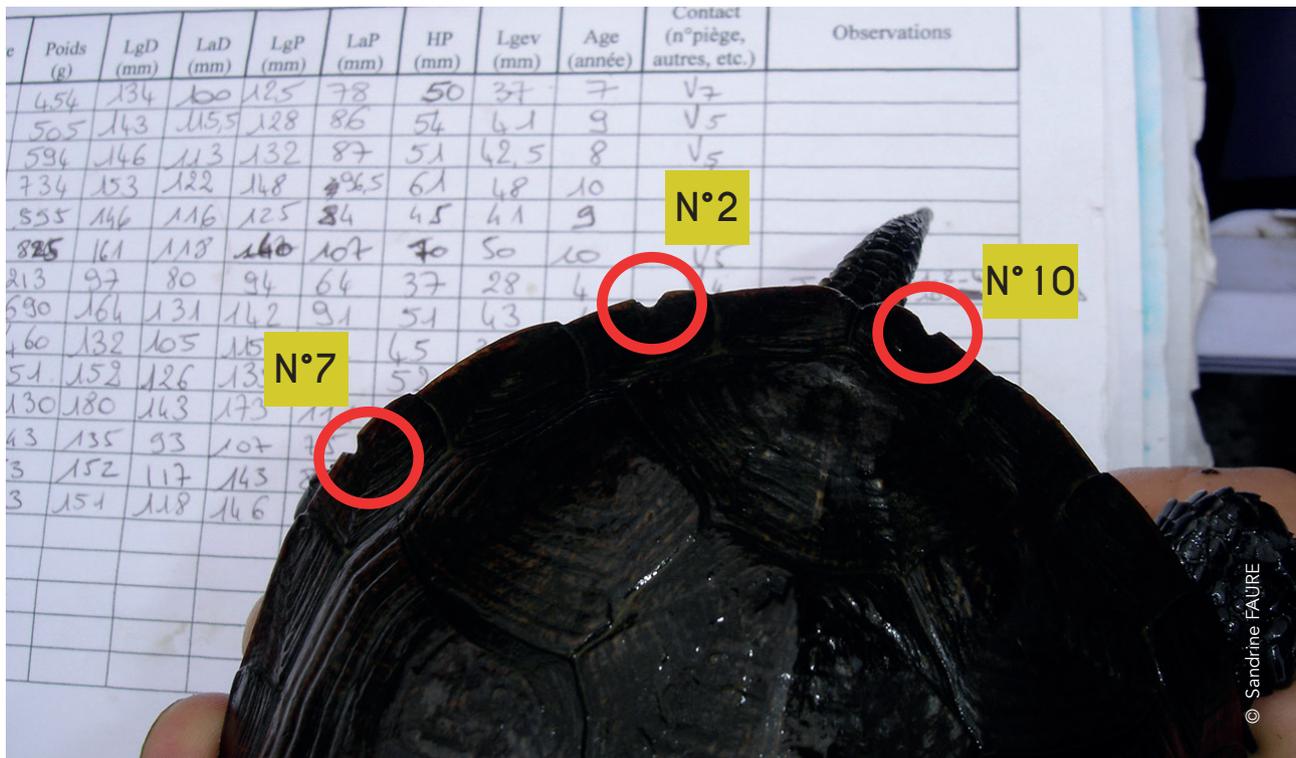


Figure 6. Individu n°19 (2+7+10) ; encoches sur les écailles marginales effectuées à l'aide d'une lime et selon le code d'Olivier (2002)

Résultats et commentaires

Période et fréquence de gravidité

Pour l'année 2006, cette période s'étale environ du 16 mai au 15 juin et en 2007, du 21 mai au 19 juin voire jusqu'au 26 juin (date de ponte suspectée car non observée pour une des femelles).

Sur la période de suivi, toutes les femelles capturées ne se reproduisent pas à chaque fois, seules 5 d'entre elles le font. Par ailleurs, deux femelles ont effectué une double-ponte.

Etude des sites de ponte, des nids et des migrations associées

- **Localisation et accessibilité aux sites de ponte**

Au total, 13 pontes, plus une prédatée, sont recensées sur notre site d'étude. Par ailleurs, la ponte d'une femelle suivie n'a pas pu être localisée.

La majeure partie des pontes observées se situe sur un milieu de culture : 5 pontes (**Figures 7, a et 8**). Le deuxième site principal correspond à un milieu de friche forestière : 4 pontes (**Figures 7, b et 8**). Une autre ponte est aussi localisée dans un tel milieu, mais elle est isolée (**Figures 7, c et 8**). Les trois pontes restantes se situent sur des zones de culture exploitées : maïs, blé (**Figures 7, d, e, f et 8**) ; par ailleurs, elles sont toutes les trois isolées des autres.

Les pontes ne sont pas homogènes au cours de la période d'étude ; les départs de ponte de la moitié des femelles environ (46,15 %) se regroupent sur deux jours. Les pontes ont lieu en début de soirée ou pendant la nuit, excepté la première de la femelle n°37 qui a eu lieu dans l'après-midi, phénomène plus rare. Par ailleurs, toutes les femelles ne participent pas au renouvellement de la population sur les deux années de suivi, ce qui est confirmé par SERVAN (2001).

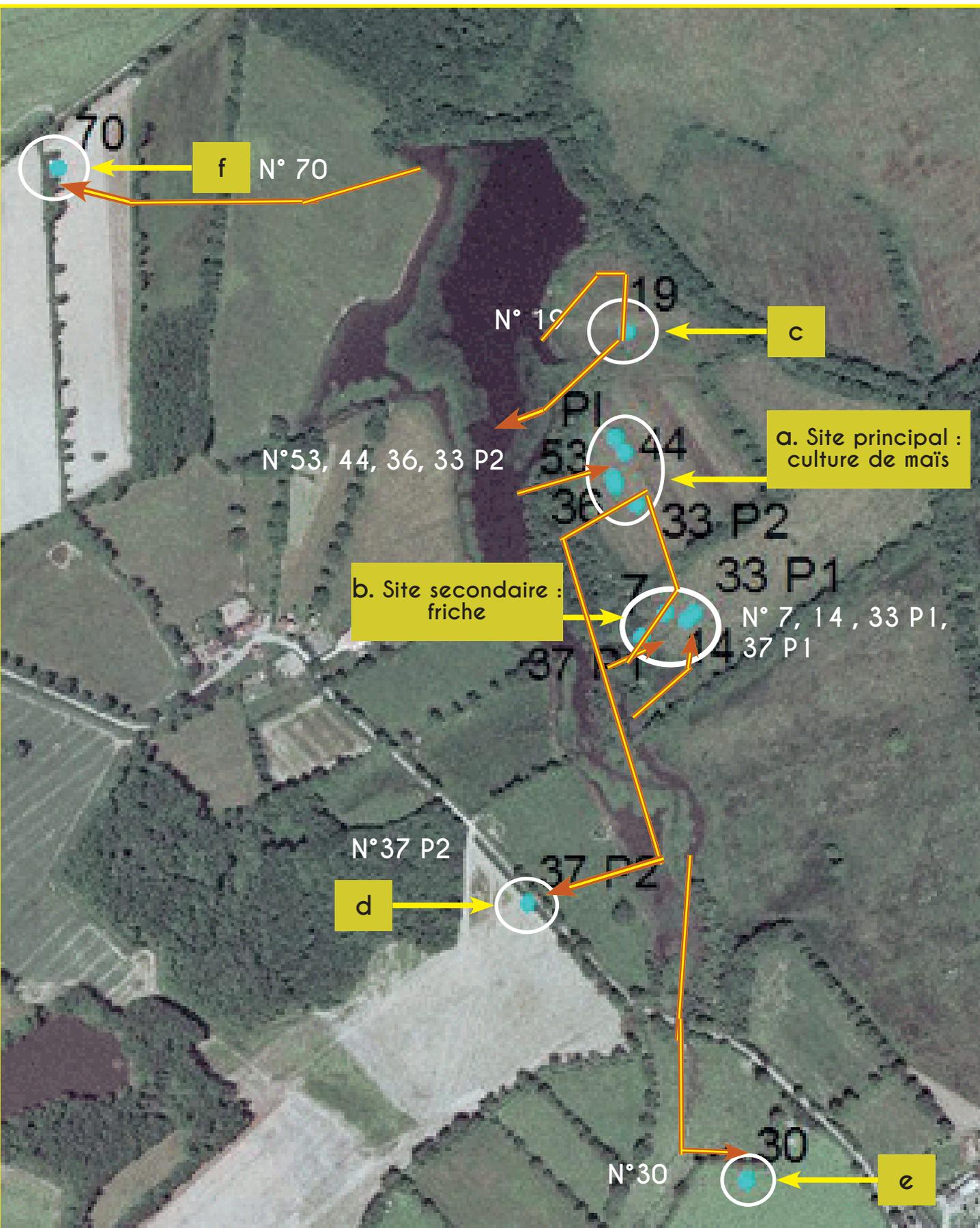


Figure 7. Localisation des pontes des femelles suivies sur le site d'étude (P1, P2 = première, deuxième ponte ; PI = ponte prédatée) et trajets de ponte (\Rightarrow) suspectés depuis l'étang



Friche forestière	
Forêt feuillue	
Culture	
Réseau hydrographique	
Prairie	
Prairie artificielle	
Habitation, chemin, route	
Mare, point d'eau	

Figure 8. Représentation des différents types d'habitats autour de l'étang de Moustiers

En effet, seules 5 femelles sur 20 aptes à se reproduire le font. Ceci peut être dû au fait que la reproduction est très coûteuse en énergie (accouplements, migrations de ponte) mais aussi dangereuse (traversée d'un axe routier par la femelle n°37 lors de sa seconde ponte).

Pour accéder à leur site de ponte principal (regroupant la majeure partie des pontes), les femelles ont traversé différents types de milieux et reliefs : berge (en pente douce) ; chemin en herbe ; prairie ; culture ; friche ; ruisseau. Les retours semblent se faire généralement par le même chemin excepté pour une femelle.

Le deuxième site semble présenter plus de difficultés, en effet, outre la berge et le chemin, les femelles sont probablement remontées jusqu'à la friche en traversant un sol très encombré de végétation (ronces ; orties ; lierre...) avec un dénivelé important (entre 6 à 20 % de pente). L'accessibilité au site situé dans la friche au nord-est a pu présenter des difficultés moindres. En effet, la friche débute dès la fin de la berge, en outre, il n'y a pas de fort dénivelé. La femelle n° 70, pour accéder au site localisé au nord-ouest, a traversé une prairie non fauchée, une haie et deux champs de maïs (le second correspondant au site de ponte). La femelle n° 37 a emprunté la prairie au sud-ouest de l'étang puis la route. Enfin, la femelle n° 30 a emprunté le ruisseau et la haie. Les difficultés d'accès sont donc assez variables selon les sites visés.

Lors des trajets de ponte et même après, la plupart des femelles suivies s'abritent au sein de massifs de ronce, sous les mousses ou même encore dans une haie ; en règle générale, ces abris sont proches du nid excepté pour la femelle n° 70 (plusieurs dizaines de mètres). La ponte étant un phénomène très coûteux en énergie (trajet de ponte ; dépôt des œufs de l'ordre de

plusieurs heures), cet abri sert sans doute de site transitoire pour se reposer lors d'un parcours de plus de 300 mètres.

En outre, deux des femelles suivies ont réalisé une double ponte, phénomène peu fréquent. Les deux pontes de chaque femelle, n° 37 et n° 33, sont espacées respectivement de 5 et 27 jours. Les cinq jours peuvent correspondre simplement au trajet du premier au deuxième site (retour à l'étang ; traversée de l'étang ; prairie ; route et accès au site) ; en effet, ils sont distants l'un de l'autre de plus de 260 m. En revanche, les 27 jours d'écart observés chez la femelle n° 33 sont plus difficiles à expliquer. En effet, les deux nids ne sont distants que de 110 m environ, et sur la même berge contrairement à la femelle n° 37.

Certaines femelles n'ont pas pondu dès la première tentative. Les femelles n° 36, 70, 30 et 53 ont été observées hors de l'étang pendant plusieurs heures voire plusieurs jours. Elles ont emprunté divers milieux : ruisseau au sud de l'étang ; lisière de bois au sud-ouest du site ; champs de maïs à l'est de l'étang. Ce comportement pourrait correspondre à un repérage des sites de ponte.

Par ailleurs, ces déplacements peuvent aussi être interprétés comme des départs de ponte car ils ont lieu en fin d'après-midi/début de soirée comme la plupart des autres pontes. Si aucune ponte n'a été détectée pour les femelles n° 30 et 36, des doutes subsistent en revanche pour les deux autres (n° 53 et 70) ; en effet, le bas de la dossière et les pattes arrières sont couvertes de terre le lendemain du départ mais la palpation permet de sentir des œufs. Il pourrait s'agir ici de deux autres doubles pontes. Ce phénomène étant assez rare (même si deux tortues l'ont réellement effectué), il doit être pris en considération avec une extrême

prudence. Enfin, le simple passage d'un prédateur aurait pu stresser l'animal et faire échouer la ponte.

Bien que les pontes soient généralement localisées sur des prairies ou des pelouses sèches, elles peuvent aussi s'effectuer sur des cultures comme c'est le cas pour des individus suivis. En effet, ces zones regroupent toutes les caractéristiques recherchées par les femelles à savoir un sol meuble (qu'elles hydratent à l'aide du contenu de leurs vessies lombaires), et sableux à sablo-limoneux, dégagé, bien ensoleillé et non inondable. D'autres pontes se situent sur des zones de sol nu dans une friche forestière qui présentent les mêmes caractéristiques.

La quasi-totalité des pontes s'effectuent à proximité d'un site aquatique, que ce soit l'étang, le ruisseau ou une mare, appuyant ainsi les résultats de ROVERO & CHELAZZI (1996).

• Migrations de ponte

Sur les 12 sites de ponte découverts, neuf (75 %) sont situés à moins de 100 mètres de l'étang, deux (16,7 %) entre 100 et 200 mètres et un (8,3 %) à plus de 300 mètres. Les départs s'étalent du début de l'après-midi jusque dans la nuit, par des temps chaud ou frais, pluvieux, orageux ou sec. Les pontes sont réalisées lors de températures variant de 7,7 à 16,5 °C pour les minimales et de 18,8 à 29,2 °C pour les maximales avec des précipitations allant de 0,2 à 29,3 mm.

Les tortues de Moustiers étalent leur période de ponte de mi-mai à fin juin avec des conditions climatiques assez variables : précipitations plus ou moins abondantes (néanmoins, les cistudes semblent éviter les jours de très forte pluviométrie), températures faibles ou fortes (bien que les températures maximales des départs de ponte soient

plus élevées que sur l'ensemble de la période d'étude), temps orageux, ciel dégagé.

Certains départs sont indéterminés, à savoir si les individus ont quitté l'étang dans la nuit ou dans la matinée. Cependant, la majeure partie des départs enregistrés a lieu en début de soirée voire un peu plus tard. La majeure partie des pontes a eu lieu dans la soirée. Néanmoins, bien que plus de la moitié des pontes ait lieu le soir même, les autres le font 1 à 3 jours après le départ du milieu aquatique. Les pontes sont rarement suivies d'un retour immédiat à l'étang ; la plupart des femelles restent à terre 1 à 4 jours avant de retourner au milieu aquatique. Entre-temps, les individus s'abritent au sein de massifs broussailleux, sous une couverture de bryophytes ou dans des haies. Une des femelles, dont le délai entre la ponte et le retour à l'étang est le plus long, se cantonne au ruisseau.

Les femelles sont en règle générale sédentaires ; PRIOL (2002) indique que les activités trophiques et sexuelles (ponte) régissent leurs déplacements. L'activité de ponte les oblige à effectuer des migrations parfois importantes, empruntant les milieux aquatique et terrestre pour les réaliser. A Moustiers, les femelles suivies ne se déplacent pas sur de longues distances. La plus importante correspond à plus de 300 mètres, ce qui va dans le sens des valeurs obtenues dans des études précédentes. En moyenne, les distances reportées sont d'une centaine de mètres, les sites supposés les plus favorables se situant à proximité de l'étang et à des distances modérées. Or, bien qu'ils soient peu éloignés, des femelles leur préfèrent des parcelles plus distantes (femelles n° 70 et 30). MITRUS (2006) avait déjà mis en évidence ce phénomène, sans pouvoir l'expliquer de manière concrète. Il s'agit

peut-être d'une stratégie de dispersion des sites de ponte pour limiter les possibilités de découvertes par les prédateurs.

- **Distances entre nids**

Les nids sont en moyenne distants les uns des autres de 28,4 mètres sur le site de ponte principal (champ de maïs) et dans la friche, la valeur est presque identique (29,6 mètres). De plus, ces deux lieux majeurs de ponte sont séparés de 140 mètres l'un de l'autre. Les pontes restantes sont isolées de ces deux sites.

- **Caractéristiques des pontes et des nids**

Chaque site de ponte présente une texture de sol limoneuse à sablo-limoneuse, voire sableuse (friche) hors zone de crue. De plus, les pontes ont lieu sur des zones où la végétation est peu développée (**Figure 9**).

Pour les quatre pontes observées, la quantité varie de 4 à 6 œufs au moins.

- **Pontes prédatées**

Lors des prospections de terrain, deux pontes prédatées ont été retrouvées. Une a été découverte sur le site principal de ponte.

Le regroupement des pontes pourrait grandement faciliter la recherche du prédateur : l'interaction entre les molécules odorantes, la proximité des nids et la fidélité au site peuvent se combiner et donner de nombreux indices sur la localisation des nids.

D'autre part, la géométrie fractale, technique de recherche du prédateur, pourrait s'ajouter à ces trois paramètres et lui permettre d'optimiser sa recherche (ANDREAS 1999 ; ANGEL 1946 ; CADI & FAVEROT 2004 ; DOHOGNE 2000 ; DUGUY & BARON 1998 ; FRAPNA AIN 1999 ; FRETEY 1987 ; LEBBORONI & CHELAZZI 1991 ; OLIVIER 2002 ; ROVERO & CHELAZZI 1996 ; SERVAN 1988 ; ZUFFI & ROVINA 2006 ; ROLLINAT 1914).



Figure 9. Deuxième ponte de la femelle n° 37 sur un champ de maïs

En effet, le prédateur parcourt une certaine distance et s'arrête pour effectuer une recherche active dans une zone, pour finalement repartir lorsqu'il ne trouve plus de proies disponibles. Cette prédation, de l'ordre de 55 à 96 % pourrait de plus être à l'origine des doubles pontes. En effet, comme dans de nombreuses populations, les pontes sont localisées sur une même aire.

Les oeufs de la femelle n° 37 pourraient être dispersés de manière à optimiser leurs chances d'arriver à terme. Concernant la femelle n° 33, ses lieux de ponte pourraient être sur deux sites différents en vue de la même finalité à savoir une dispersion préventive.

A l'issue de la période de terrain, les pontes suivies ne semblent pas avoir été prédatées, aucun débris gisant à proximité des nids. Ceci n'est cependant pas définitif ; on ne peut affirmer qu'aucun nid ne l'ait été après notre départ, bien que les œufs soient généralement prédatés dans les jours succédant la ponte, comme le montre les deux cas relevés : un sur le site d'étude ; l'autre sur la berge d'un étang situé à quelques kilomètres.

Proposition de mesures de gestion

Les résultats mettent en évidence 12 sites de ponte et indiquent que les femelles pondent sur des parcelles de culture mais aussi de friche forestière, malgré la présence de prairie à proximité de l'étang. Le taux de reproduction de notre population est de 75 % à l'issue des deux années de suivi. Il est important et coïncide avec celui rencontré dans l'étude de ROVERO & CHELAZZI (1996) où il est de 80 à 85 %. La population semble donc présenter une dynamique satisfaisante.

La **figure 10** indique que de nombreuses parcelles peuvent servir de site de ponte. Néanmoins, en considérant le degré des pentes de berge de l'étang et des parcelles, elles ne présentent pas le même niveau d'accueil.

- Les zones boisées sont classées « site de ponte peu probable » du fait qu'elles ne présentent pas les caractéristiques attendues par l'espèce (très peu d'ensoleillement ; sol peu dégagé avec lierre ; ronce ; feuilles mortes ...).
- Les cultures sont classées « site de ponte fortement probable », d'une part parce qu'elles offrent les conditions requises, d'autre part car elles sont situées à proximité d'une zone de ponte. Cependant, le mode de gestion doit être adapté à l'espèce.
- Les prairies sont classées « site de ponte possible » car elles semblent présenter de bonnes conditions pour les tortues mais leur type de gestion varie de l'une à l'autre (aucune pratique de fauche), et peuvent leur être parfois non adapté. Les friches, elles aussi classées dans la même catégorie, présentent des zones de sol nu, idéales pour la ponte, mais sont plus ou moins denses, donc avec des conditions d'ensoleillement variables

Les activités anthropiques peuvent donc avoir un impact non négligeable. L'agriculture, activité prédominante, peut jouer un rôle non négligeable dans le cycle de vie de l'espèce. En effet, lors des sessions de capture, des individus ont été retrouvés avec des blessures sur la dossière, que ce soit chez les mâles ou les femelles. Par ailleurs, la **fauche** est généralement réalisée aux mois de mai et juin, variant selon les conditions climatiques. Cette période correspond à la période d'activité de ponte chez la Cistude. Or, il semble évident que le trajet

de ponte – aller/retour – ne s’effectue pas en une seule fois pour cette population, excepté peut-être pour une des femelles (n° 41). Elles peuvent s’abriter au sein de massifs broussailleux (femelle n° 37) mais aussi en plein milieu d’une prairie située sur le trajet (femelle n° 70). Cependant, l’année 2007 n’a pas présenté une météorologie très clémente pour les foins (pluie fréquente). Ces derniers n’ont donc débuté que tardivement (juillet/août). La récolte faite tôt au mois de mai (avant la mi-mai) permettrait aux femelles de ne pas être mises en danger par la fauche, en effet, il semblerait, au vu de nos résultats, que les femelles commencent à quitter le milieu aquatique vers le 20 mai. Bien entendu, cela ne reste qu’une estimation, toutes les femelles n’étant pas marquées et les départs de ponte variant selon les années. D’autre part, il serait plus judicieux d’effectuer la deuxième récolte à partir du 15 juillet, procurant de la même manière une certaine sécurité quant à la réalisation du retour de ponte de la Cistude. Il serait donc intéressant de proposer des mesures qui pourraient pallier le problème des mauvaises conditions climatiques (précipitations, comme en 2007 par exemple). Ceci permettrait à la Cistude d’effectuer l’ensemble de son cycle.

Par ailleurs, les massifs broussailleux présents sur les prairies peuvent servir d’abri aux Cistudes (femelle n° 37) ; il serait donc intéressant de les conserver d’année en année. En revanche, un entretien peut être envisagé hors saison de reproduction afin d’éviter sa prolifération sur la parcelle. Le **girobroyage** devrait être réalisé à 25 cm du sol afin d’éviter tout traumatisme physique à la Cistude (contrat Étangs E1.2 du Document d’Objectif «*coupe par girobroyage au-dessus de 25 cm du sol sur les sites de présence de la Cistude ; période de travaux entre le 1er septembre et le 1er février ; contrat Etangs E1.3 : fauche annuelle d’entretien*».

Les **cultures céréalières** peuvent elles aussi présenter une sérieuse menace. Les champs présents autour du site ne sont semés qu’au début du mois de mai, ce qui ne semble pas poser de problème à l’espèce ; d’autre part, une grande partie des nids est située sur un des champs de maïs localisé à l’est de l’étang, servant de culture à gibier. Il serait néanmoins intéressant d’espacer les pieds de maïs pour permettre un meilleur ensoleillement des nids. Par ailleurs, un propriétaire de la parcelle a accepté de matérialiser une ponte (des pieds de maïs ont été arrachés sur 2 m² autour du nid puis replantés plus loin), pour éviter sa destruction lors de la récolte.

Les résultats ont montré que le périmètre Natura 2000 est insuffisant, car il ne contient pas toutes les parcelles abritant les pontes. Une extension de ce dernier permettrait de protéger l’ensemble du territoire utilisé par l’espèce pour réaliser son cycle. Par ailleurs, il serait intéressant d’étendre aussi le périmètre de protection du ruisseau au sud de l’étang qui est un corridor souvent emprunté par les cistudes suivies lors de cette étude.

Les **parcelles en friche** devraient être aussi gérées. En effet, elles étaient laissées en 2007 à l’abandon depuis une dizaine d’année pour, à terme, évoluer vers une forêt. Or, les bois ne semblent pas être propices aux pontes, les conditions requises n’étant pas remplies (peu d’ensoleillement). Il serait plus intéressant pour l’espèce de maintenir une certaine ouverture du milieu, au vu des nombreuses pontes réalisées sur ce site, selon le contrat Étangs E1.2. En conséquence, des zones de sol nu au sein de ces parcelles doivent être maintenues et entretenues ; en effet, les résultats indiquent que les cistudes allant pondre dans cette zone choisissent préférentiellement un substrat sableux et dégagé.

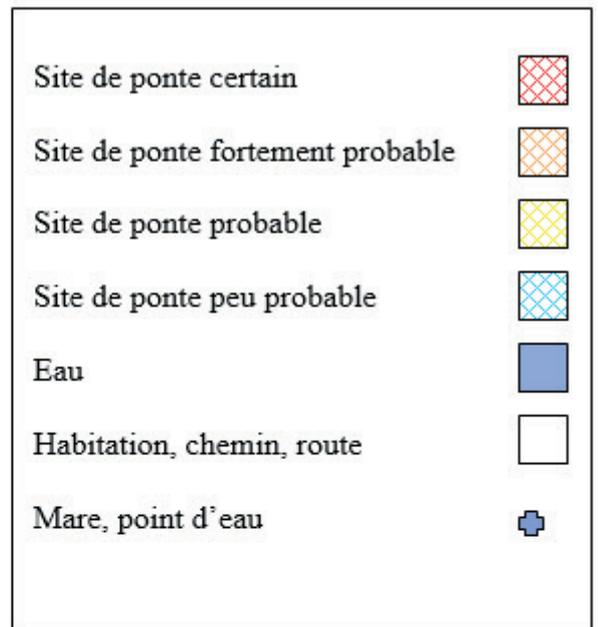


Figure 10. Potentialité d'accueil de pontes selon les parcelles

Les **prairies de pâture** constituent un bon mode de gestion par le fait que le piétinement engendré par les vaches peut créer des zones de sol nu, préférées pour les pontes. En revanche, la présence des bovins pendant la période de ponte peut entraîner des dommages aux femelles, par piétinement. Bien que cette menace soit faible, elle est réelle. Il serait souhaitable

d'éviter la présence des bovins à cette période.

A l'étang de Moustiers, certaines pentes sont abruptes et donc non favorables aux déplacements des tortues (Nord-Ouest de l'étang).

En revanche, des zones aux pentes douces sont présentes sur les mêmes berges mais disposées de manière plus éparées.

D'autre part, une grande partie de la berge côté est présente des pentes relativement douces. Cela peut être une des raisons de la différence du nombre de départ de ponte de part et d'autre de l'étang. Il serait intéressant de réfléchir sur ce point et, le

cas échéant, de proposer des mesures de gestion visant à adoucir certaines pentes, ou encore de les entretenir.



Remerciements

- GMHL, association m'ayant accueillie comme stagiaire
- Julien JEMIN, Maître de stage
- DIREN Limousin, pour les subventions accordées
- Fédération de Chasse de Haute-Vienne (87), animatrice du site
- Cistude Nature, pour son prêt de verveux
- Mme DUCHIRON, propriétaire de l'étang, et tous les propriétaires des parcelles voisines
- Charlotte et Liza, stagiaires GMHL mais aussi Rémi, Julien, Nicolas, Yvan, Serge, Guy, Nathalie et tous les bénévoles ayant participé aux sessions de suivi et marquage
- Michel BARATAUD pour ses conseils avisés sur la rédaction du rapport
- Michel GALLIOT, pour les données climatiques et Frédéric YVONNE pour son aide en cartographie
- M. CADI et tous les auteurs qui m'ont donné un peu de leur temps



© Laurent JOUBERT

Bibliographie

ABADIE (D'), R., 1925. La Basse Marche, Pays de transition. Histoire naturelle et économie rurale. *Archive d'Histoire Naturelle*. Paris, 97 p.

ANDREAS, B., 1999. Reproductive ecology and conservation of *Emys orbicularis* in Brandenburg (Ne-Germany), *Chelonii vol. 2, Proceedings of the 11nd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM : 58-62.

ANGEL, F., 1946. *Faune de France*, 45. Reptiles et amphibiens.

BALAZS, E., GUORFFY, GY., 2006. Investigation of the European pond turtle (*Emys orbicularis* Linnaeus 1758) population living in a backwater near the river Tisza, Southern Hungary, *Tiscia*, 35: 55-64.

BERTRAND, J., 2001. Agriculture et biodiversité, un partenariat à valoriser, *Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage*, éditions Educagri, Dijon, 157 p.

BONIN, F., DEVAUX, B., DUPRE, A., 1996. *Toutes les tortues du monde*, Les encyclopédies du naturaliste, Delachaux et Niestlé, Paris, 254 p.

CADI, A., ABELLARD, C., THIENPONT, S., JOLY, P., 2002. Egg laying in the European pond turtle (*Emys orbicularis*) and implication conservation of the endangered European pond turtle, 21 p.

LAHILLE, F., 1887. Les crustacés Branchiopodes de Toulouse - *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, procès-verbaux*, 21 : 47-48.

CADI, A., FAVEROT, P., 2004. La cistude d'Europe, gestion et restauration des populations et de leur habitat, *Guide Technique, Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels*. 108 p

CADI, A., JOLY, P., 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*), Pays Bas, *Biodiversity and Conservation*, 13: 2511-2518 .

CADI, A., NEMOZ, M., THIENPONT, S., JOLY, P., 2004. Home range, movements, and habitat use of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Rhône-Alpes region, France, *Biologia, Bratislava*, 59,Suppl. 14 : 89-94 ;

CHEYLAN, M., 1998. Evolution of the distribution of the European pond turtle in the French Mediterranean area since the post-glacial, Montpellier, *Mertensiella*, 10: 47-65 .

DELAUGERE, M., CHEYLAN, M., 1992. *Atlas de répartition des Batraciens et Reptiles de Corse*, Parc Naturel Régional de Corse, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Pampelune, 128 p.

DEVAUX, B., 1996. Le point sur *Emys orbicularis*, *La tortue*, 36, SOPTOM, 23 p.

DOHOGNE, R., 2000. La Cistude d'Europe en Limousin (*Emys orbicularis*) – répartition, menaces, conservation -, *G. M. H. L.*, 42 p.

DUGUY, R., BARON, J.-P., 1998. La Cistude d'Europe *Emys orbicularis*, dans le Marais de Brouage (Char.-Mar.) : cycle d'activité, thermorégulation, déplacements, reproduction et croissance, *Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, Vol. III : 782-803 .

DUGUY, R., 1999. Cycle d'activité de la cistude, *Emys orbicularis*, dans le marais de Brouage (Charente-Maritime, France), *Chelonii* vol. 2, *Proceedings of the 11nd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM, pp. 55-57 ; Chapitre Crustacés d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France. 24 p.

DUPRE, A., SERVAN, J., VEYSSET, A., 2006. La tortue de Floride ou tortue à tempes rouges, *Trachemys scripta elegans* : récupération en France et commerce mondial, *Bulletin de la Société Herpétologique de France* n°117, pp. 5-24.

ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2000. *Le Limousin côté nature « Milieux, faune, flore »*, 216 p.

ESPIGAT, J., 2007. Détermination des corridors écologiques et utilisation de l'habitat chez la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), Mémoire de stage de Master Sciences de la Vie et de la Terre 1ère année, Limoges, 14 p. d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France. 24 p.

FEDERATION DEPARTEMENTALE DES CHASSEURS DE LA HAUTE-VIENNE, 2003. *Document d'Objectifs, Site Natura 2000 « FR 7401133 : Etangs du Nord de la Haute-Vienne »*, Limoges, 115 p.

FICETOLA, G.F., DE BERNARDI, F., 2006. Is the European pond turtle *Emys orbicularis* strictly aquatic and carnivorous ?, *Milan, Amphibia-Reptilia*, 27: 445-447.

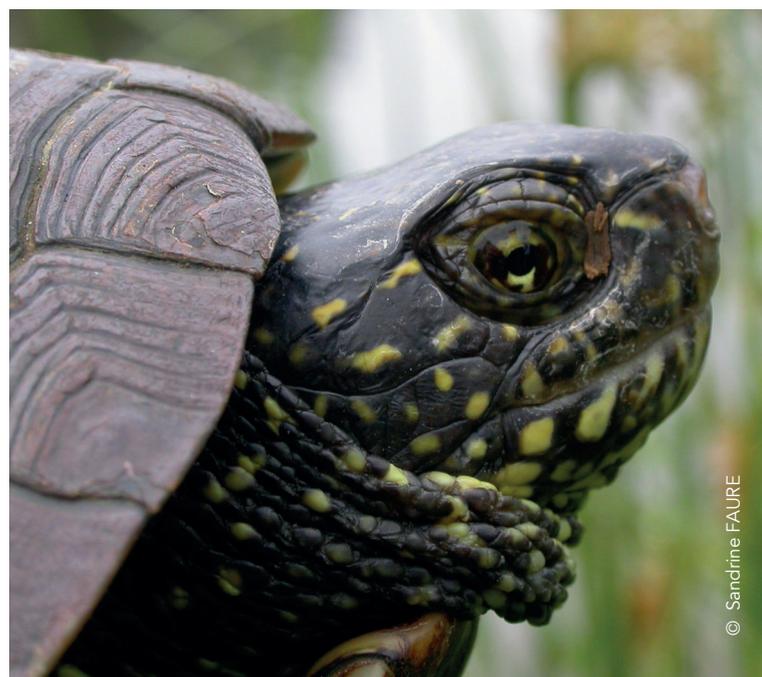
FRAPNA AIN, 1999. Présent et avenir de la Cistude d'Europe dans la basse vallée de l'Ain, 43 p.

FRETEY, J., 1987. *Les reptiles de France : tortues et lézards*, La Cistude d'Europe, Hatier, Bourges: 34-37 .

FREEDBERG, S., EWERT, M. A., RIDENHOUR, B. J., NEIMAN, M., NELSON, C. E., 2005. Nesting fidelity and molecular evidence for natal homing in the freshwater turtle *Graptemys kohnii*, *Proc. Royal Society B* 272 : 1345-1350 .

FRITZ, U., 1998. Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). In: **FRITZ, U., JOGER, PODLOUCKY, R. & SERVAN, J.** (eds.) : *Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96*. *Mertensiella*, 10: 1-27 .

GRANGER, A., 1894. Catalogue des reptiles et batraciens observés dans les départements de la Charente Inférieure, de la Gironde, des Landes et des Basses Pyrénées, *Faune Herpétologique de la région du Sud Ouest, Paris, aux Bureaux de la Revue des Sciences Naturelles de l'Ouest*, p.4 .



© Sandrine FAURE

GROUPE MAMMALOGIQUE ET HERPETOLOGIQUE DU LIMOUSIN, 2006. Etude d'une population de Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, sur le site Natura 2000 « Etangs du Nord de la Haute-Vienne »-Synthèse des activités 2006, 4 p.

JANZEN, F.J., 1994. Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Vol. 91 : 7487-7490 .

LIFE-NATURE, 2006. Rapport d'étude des territoires de chasse du Murin de Capaccinii (*Myotis capaccinii*) en période de gestation dans le Verdon, LIFE04NAT/FR/000080, Conservation de trois chiroptères cavernicoles dans le Sud de la France, 47 p.

LOLIVE, N., 2002. Contribution à l'étude du milieu de vie de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758)) en Limousin, G. M. H. L., Maîtrise BPE, 42 p. ;

LEBBERONI, M., CHELAZZI, G., 1991. Activity patterns of *Emys orbicularis* L. (Chelonia Emydidae) in central Italy, Italy, *Ethology Ecology and Evolution* 3 : 257-268 .

LORENZI, N., 2003. Etude de la population de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) afin de protéger au mieux son habitat sur le site de Portigliolu, Mémoire de BTS « Gestion des espaces naturels », 27 p. .

MARTIN, R., ROLLINAT, R., 1914. *Ordre I. - Description et Mœurs des mammifères, oiseaux, reptiles, batraciens et poissons de la France centrale*, Ed. Lechevallier P : 266-278 ;

MEESKE, A.C.M., 1999. Habitat requirements of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Lithuania, *Chelonii* vol. 2, *Proceedings of the IInd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM, pp. 27-31 ;

MITRUS, S., 2006. Fidelity to nesting area of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), *Belg. J. Zool.* 136 (1) : 25-30 ;

MITRUS, S., 2006. Spatial distribution of nests of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Reptilia : Testudines : Emydidae), from long-term studies in central Poland, *Zoologische Abhandlungen (Dresden)*, 55 : 95-102 .

MITRUS, S., ZEMANEK, M., 1999. The growth rate of the turtle *Emys orbicularis* (L.) juvenile in breeding, *Chelonii* vol. 2, *Proceedings of the IInd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM : 41-43 ;

NAJBAR, B., SZUSZKIEWICZ, E., 2006. The morphometrics and colouration of the European pond turtle *Emys orbicularis* in Lubuskie province (West Poland), Institute of Zoology, Slovak Academy of Sciences, *Biologia*, Bratislava, 61/5: 585-592 .

NEMOZ, M., CADI, A., THIENPONT, S., 2004. Effects of recreational fishing on survival in an *Emys orbicularis* population, *Biologia*, Bratislava, 59-Suppl. 14: 185-189 .

OLIVIER, A., 2002. Ecologie, traits d'histoire de vie et conservation d'une population de cistude d'Europe *Emys orbicularis* en Camargue, Mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés de l'EPHE, 165 p.

OTTONELLO, D., SALVIDIO, S., ROSECCHI, E., 2004. Feeding habits of the European pond terrapin *Emys orbicularis* in Camargue (Rhône delta, Southern France),

PARDE, J.M., HURSTEL, S., LEFEVRE, A.-C., 1999. Etude éco-éthologique de la cistude d'Europe dans le Bas-Armagnac (Gers, France), en vue de sa conservation, *Chelonii* vol. 2, *Proceedings of the IInd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM : 73-82 .

- PARENT, G. H., 1979.** Contribution à la Connaissance du Peuplement herpétologique de la Belgique et des régions limitrophes, Institut Grand-Ducal de Luxembourg Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques, Extrait des « Archives » Tome XXXVIII Nouvelle série (Année 1977-1978), 182 p..
- PAVENT, G. H., 1983.** Animaux menacés en Wallonie – Protégeons nos batraciens et reptiles : 128-131 .
- PEARSE, D. E., AVISE, J. C., 2001.** Turtle Matings System : Behavior, Sperm Storage, and Genetic Paternity, *The American Genetic Association* 92 : 206-211, New Haven ;
- PIEAU, C., DORIZZI, M., RICHARD-MERCIER, N., DESBAGES, G., 1998.** Sexual Differentiation of Gonads as a Function of Temperature in the Turtle *Emys orbicularis* : Endocrine Function, Intersexuality and Growth, *The Journal of Experimental Zoology* 281: 400-408, Paris ;
- PRIOL, P., 2002.** Etude de l'activité et des patrons de déplacements chez deux populations de cistude (*Emys orbicularis*) du nord-Isère en vue de leur conservation, Mémoire de stage de maîtrise BPE, 52 p. ;
- RIBIERE, PH., 1965.** Une tortue au Maupuy près de Guéret trouvée le 28 août 1965, *Mémoire Soc. Sc. Nat. Et Arch. de Creuse*. Guéret : 582-583 ;
- ROQUES, S., DIAZ-PANIGUA, C., PORTHEAULT, A., PÉREZ-SANTIGOSA, N., HIDALGO-VILA, J., 2006.** Sperm storage and low incidence of multiple paternity in the European pond turtle, *Emys orbicularis* : a secure but costly strategy ?, *Biology conservation* 129 : 236-243, Séville .
- RÖSSLER, M., 1999.** The ecology and reproduction of an *Emys orbicularis* population in Austria, *Chelonii* vol. 2, *Proceedings of the 11nd Symposium on Emys orbicularis*, Editions SOPTOM : 69-72 .
- ROVERO, F., CHELAZZI, G., 1996.** Nesting migrations in a population of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) (Chelonia Emydidae) from central Italy, *Ethology Ecology and Evolution* 8 : 297-304
- SERVAN, J., 1988.** La cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, dans les étangs de Brenne, France, Museum National d'Histoire Naturelle, Mésogée, vol. 48, Paris : 91-95 .
- SERVAN, J., 1989.** Usage particulier et traditionnel des étangs : impact de la mise en assec d'un an sur une population de cistude, MNHN,
- SERVAN, J., 1990.** Favoriser la vie des étangs, Ministère de l'environnement, Direction de protection de la nature, Indre : 55-56.
- SERVAN, J., ARVY, C., 1997.** Introduction de la tortue de Floride *Trachemys scripta* en France. Un nouveau compétiteur pour les espèces de tortues d'eau douce européennes, *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 344/345 : 173-177.
- SERVAN, J., 2001.** Cycle d'activité de la Cistude d'Europe en Brenne. Reproduction interannuelle : taux de participation des femelles à la ponte, Museum National d'Histoire Naturel, 46 pp. ;
- SEVINO, C., 2004.** Mise en oeuvre d'une expérimentation pour la recherche des sites de ponte de la cistude d'Europe par télémétrie dans un but conservatoire, Mémoire d'IUP Génie de l'environnement « Gestion de l'environnement », 32 p.



© Jean-Baptiste PONS



© Sandrine FAURE

SNIESHKUS, E., 1995. Is it possible to preserve the Pond Turtle *Emys orbicularis* in the northernmost parts of its distribution ? , *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica*, 71: 125-127.

SOCIETE HERPETOLOGIQUE DE FRANCE, 1989. *Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France*, Paris, 191 p.

SOCIETAS EUROPAEA HERPETOLOGICA, 1997. *Atlas of amphibians and reptiles in Europe*, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 494 p.

THIENPONT, S., CADI, A., QUESEDA, R., CHEYLAN, M., 2004. Overwintering habits of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Isère department (France), *Biologia, Bratislava*, 59/Suppl. 14 : 143-147.

THIENPONT, S., 2005. Habitats et comportements de ponte et d'hivernation chez la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Isère, Mémoire EPHE, 160 p.

ZECCHINI, S., 2006. Gestion des zones humides favorables à la tortue Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) et projet de réintroduction en Languedoc-Roussillon - Contribution au programme régional d'actions 2006, Mémoire de Master professionnel Biologie Géosciences Agroressources et Environnement, Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité, Montpellier, 25 p. ;

ZUFFI, M. A. L., CELANI, A., FOSCHI, E., TRIPEPI, S., 2006. Reproductive strategies and body shape in the European pond turtle (*Emys orbicularis*) from contrasting habitats in Italy, *Journal of Zoology* 271, pp. 218-224 .

ZUFFI, M. A. L., ROVINA, L., 2006. Habitat characteristics of nesting areas and of predated nests in a Mediterranean population of the European pond turtle, *Emys orbicularis galloitalica*, *Acta Herpetologica* 1, pp. 37-51.

Pour citer cet article :

FAURE, S., 2019. La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) sur le site Natura 2000 «Étangs du Nord de la Haute-Vienne»: Localisation des sites de ponte et déplacements.

Plume de Naturalistes 3 : 227-248

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes:

www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Génétique des populations et biologie de la conservation du Grand rhinolophe.

Par **Orianne Tournayre**
(orianne.tournayre@supagro.fr)



Cet article est extrait de la publication TOURNAYRE, O., PONS, J.-B., LEUCHTMANN, M., LOISEAU, A., LEBLOIS, R., PIRY, S., FILIPPI-CODACIONNI, O., DUHAYER, J., GARIN, I., MATHEWS, F., PUECHMAILLE, S., CHARBONNEL, N., PONTIER, D. 2019. Integrating population genetics to define conservation units from the core to the edge of *Rhinolophus ferrumequinum* Western range. <https://doi.org/10.1101/662643>

Résumé

Dans cette étude nous avons utilisé une approche de génétique des populations pour déterminer la diversité et la structure génétique ainsi que l'histoire démographique des populations du Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) dans l'Ouest de son aire de répartition. Nous avons mis en évidence une unique grande population à forte diversité génétique couvrant la France et le Pays basque espagnol, et de plus petites populations à moindre diversité génétique en périphérie de l'aire de répartition, en Angleterre et au Nord de la France. L'effectif de l'ensemble des populations identifiées est historiquement stable, voire en expansion pour la colonie Tunisienne. Nos résultats soulignent l'importance des collaborations nationales et internationales pour la conservation

du Grand rhinolophe - les frontières administratives régionales ne correspondant pas à la réalité biologique du fonctionnement des populations.

Introduction

Le Grand rhinolophe est une espèce de chiroptère insectivore particulièrement exigeante vis-à-vis de la configuration du paysage dans lequel elle se déplace. Sa feuille nasale concentre les ultrasons de hautes fréquences (environ 80 kHz) qu'il émet en un faisceau très étroit ce qui lui permet de détecter des détails très fins. Cette particularité lui confère de grands avantages pour la chasse, mais les hautes

fréquences s'atténuant rapidement dans l'air, le Grand rhinolophe possède une courte distance de détection, de l'ordre d'une dizaine de mètres. Il semble donc avoir besoin d'évoluer dans un paysage hétérogène et structuré, comme les bocages (champs ou prairies clos par des haies) où il utilise des points de repères pour se déplacer. PINAUD *et al.* (2018) ont ainsi récemment montré que le Grand rhinolophe ne franchissait pas une trouée de plus de 50 mètres durant ses activités de chasse. Un paysage tel qu'une grande zone agricole sans repères ou de grandes infrastructures de transport pourraient donc constituer des barrières à ses déplacements et engendrer un isolement des colonies. Les individus de différentes colonies ne pouvant plus se rencontrer et se

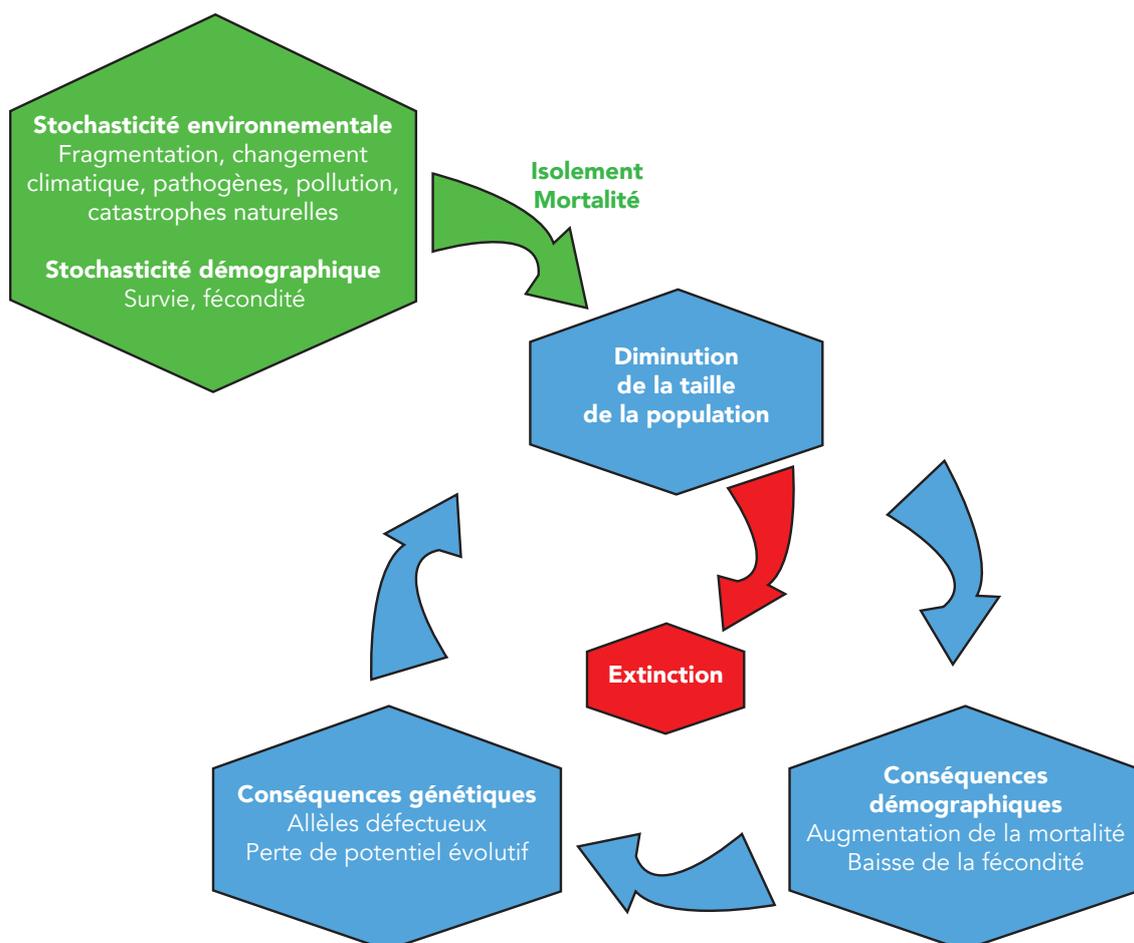


Figure 1.

Causes et conséquences principales de l'extinction des espèces. D'après la spirale d'extinction de GILPIN & SOULÉ (1986).

reproduire à cause de ces barrières, chaque colonie va constituer une population, plus petite que la population initiale. Or la taille de la population est un facteur primordial de la pérennité d'une population car plus elle diminue, plus le risque d'extinction augmente (FRANKHAM 1996 ; GILPIN & SOULÉ 1986) : c'est ce qu'on appelle le vortex d'extinction (**Figure 1**).

Une conséquence négative majeure est la perte de diversité génétique. Une perte de diversité génétique implique un risque plus élevé pour les nouveau-nés de recevoir des allèles récessifs délétères et ce risque est d'autant plus élevé lorsque la taille de la population est tellement réduite que les individus ne peuvent se reproduire qu'entre apparentés (consanguinité). Cela peut engendrer une baisse de fécondité ou/et une augmentation de la mortalité des juvéniles (KELLER & WALLER 2002). De plus, une perte de diversité génétique engendre une baisse, voire une disparition, du potentiel adaptatif nécessaire pour faire face aux changements globaux (FRANKHAM 2005). Il est donc essentiel d'identifier la structure génétique des populations, de déterminer leur diversité génétique et d'étudier leur

connectivité pour pouvoir mettre en place des programmes de conservation adaptés aux différents niveaux de vulnérabilité des populations. Les effectifs du Grand rhinolophe sont hétérogènes en France, avec une concentration importante dans l'Ouest de la France (Bretagne, Pays de la Loire, Centre-Val-de-Loire, Nouvelle-Aquitaine) qui regroupe 46 % des effectifs hivernaux et 37 % des effectifs estivaux (SFEPM 2014). La région Nouvelle-Aquitaine accueille ainsi l'une des plus importantes populations hibernantes (16200 individus, 22 % des effectifs nationaux) et estivantes (7400 individus, 15 % des effectifs nationaux) de France. Cette région porte donc une responsabilité importante dans la conservation du Grand rhinolophe à l'échelle nationale.

Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est de mieux comprendre le fonctionnement de cette population en apportant des éléments sur (i) la santé génétique des colonies : quelle est la diversité génétique des colonies ? Trouve-t-on des signatures de consanguinité ? (ii) la connectivité des colonies : certaines colonies sont-elles isolées ? Si oui quelles sont les barrières

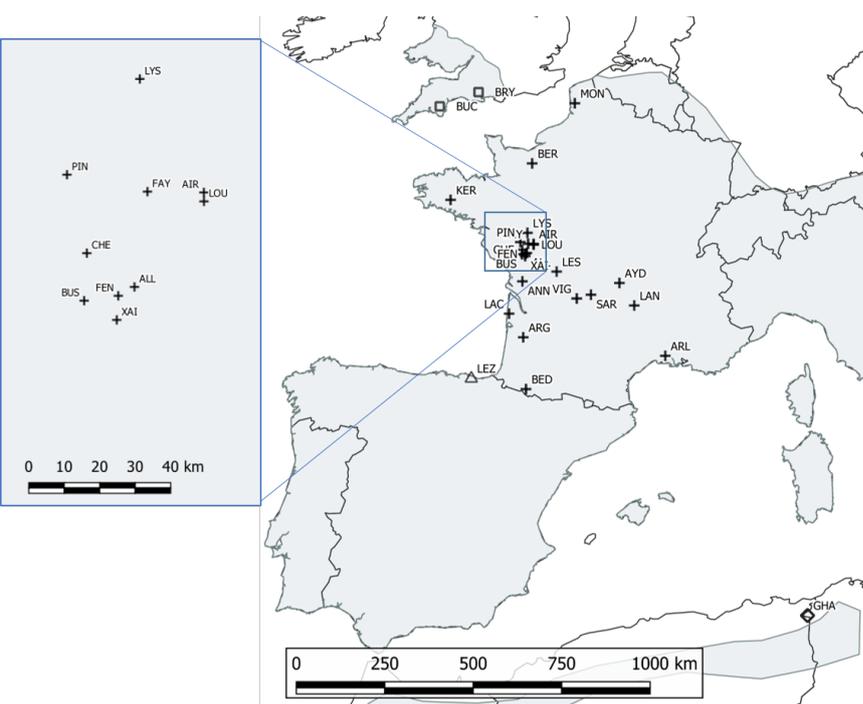


Figure 2.

Carte des colonies échantillonnées pour l'étude. L'aire de répartition du Grand rhinolophe est représentée en gris (IUCN, 2016). Chaque colonie est nommée par un code : Bryanston (BRY), Buckfastleigh (BUC), Montréuil-sur-mer (MON), Kernascleden (KER), Lys-Haut-Layon (LYS), Allonne (ALL), Le Busseau (BUS), Le Pin (PIN), La Chapelle-Saint-Etienne (CHE), Xaintray (XAI), Airvault (AIR), Saint-Loup-sur-Thouet (LOU), Faye l'Abesse (FAY), Fenioux (FEN), Lessac (LES), Annepont (ANN), Sarran (SAR), Vignols (VIG), Aydat (AYD), Langeac (LAN), Lacanau (LAC), Argelouse (ARG), Arles (ARL), Bedous (BED), Lezate (LEZ), GHA. Les symboles (croix, carré, triangle, losange) indiquent le pays d'échantillonnage.

aux déplacements des individus ? (iii) la taille des populations : quelle est la « taille génétique » (aussi appelée « taille efficace ») des populations de Grand rhinolophe ? Détecte-t-on des signatures de déclin ou d'expansion récents dans les données génétiques ? Ces éléments permettront d'apporter des informations pertinentes en terme de conservation des populations de Grand rhinolophe sur le territoire français.

Matériel et méthodes

Nous avons utilisé 864 prélèvements de patagium de Grand rhinolophe (**Encadré 1**) collectés dans 24 colonies de maternité en France (partenaires associatifs, LabEx Ecofect et LBBE, été 2016 à 2018), 28 d'une colonie de maternité du Pays Basque espagnol (INAZIO GARIN, 2012), 36 de deux colonies de maternité anglaises (FIONA MATHEWS, été 2018) et 22 d'une colonie de maternité tunisienne (SÉBASTIEN PUECHMAILLE, été 2012) (**Figure 2**).

Encadré 1 Choix du matériel biologique pour des analyses de génétique des populations de chiroptères.



Guano

ou

Patagium



?

Image chiroptère : pixabay.com

Bien que la cicatrisation soit rapide et ne mette pas en danger l'animal, l'utilisation de patagium pour les analyses de génétique est parfois controversée car elle nécessite la capture de l'individu ce qui lui induit du stress. Une méthode alternative consiste à travailler sur du guano collecté sous la colonie lorsque les individus sont sortis pour chasser. Cependant l'utilisation du guano possède de nombreux points faibles par rapport à l'utilisation du patagium. Tout d'abord, l'ADN de chauve-souris contenu dans le guano est dégradé à cause de son environnement (humidité, UV, champignons, ...). Pour éviter tout biais dû à cette dégradation, chaque échantillon doit être analysé trois fois a minima. De plus, comme il est impossible de distinguer si les guanos proviennent du même individu, il faut collecter et analyser beaucoup d'échantillons pour être sûr d'avoir échantillonné assez d'individus différents. L'utilisation de guano ne permet pas de savoir l'âge et la condition corporelle des individus, et connaître le sexe nécessite l'utilisation de marqueurs particuliers. Pour l'ensemble de ces raisons, le coût et le temps des analyses sont grandement augmentés. Ainsi, bien que très prometteuse, l'utilisation de guano reste encore limitée par rapport au patagium et dépend fortement des questions posées, du modèle étudié, du temps et du budget disponible.

Résultats

(i) - Diversité génétique, consanguinité et apparentements

Nos résultats montrent que la diversité génétique est élevée et homogène au Pays Basque espagnol et en France, à l'exception de la colonie de Montreuil-sur-Mer ('MON', Pas-de-Calais) où la diversité génétique est plus faible. Nous observons également que le niveau de diversité génétique des colonies anglaises et tunisiennes est plus faible que celui détecté sur les colonies continentales (**Figure 3**).

De plus, nous n'avons pas détecté de signature significative de consanguinité au sein des colonies étudiées.

Enfin, l'analyse de la distribution du coefficient d'apparentement r intra-colonie montre que chaque colonie est composée en très grande majorité d'individus non-apparentés ($r = 0$, **Figure 4**) et d'une proportion décroissante d'individus apparentés. Seule la colonie du Pas-de-Calais à Montreuil-sur-Mer ('MON') montre une proportion uniforme d'individus apparentés et non-apparentés (**Figure 4**).

Le coefficient d'apparentement r entre individus de colonies différentes nous indique de forts apparentements ($r > 0.5$) entre colonies éloignées de 2 à 861 km (**Figure 5**). Ces forts apparentements impliquent 537 femelles, 33 mâles et un individu dont le sexe n'a pas été déterminé. La majorité des femelles impliquées sont adultes (474 adultes, 59 juvéniles et 4 indéterminées), ce qui n'est pas le cas pour les mâles (12 adultes, 19 juvéniles, deux indéterminés).

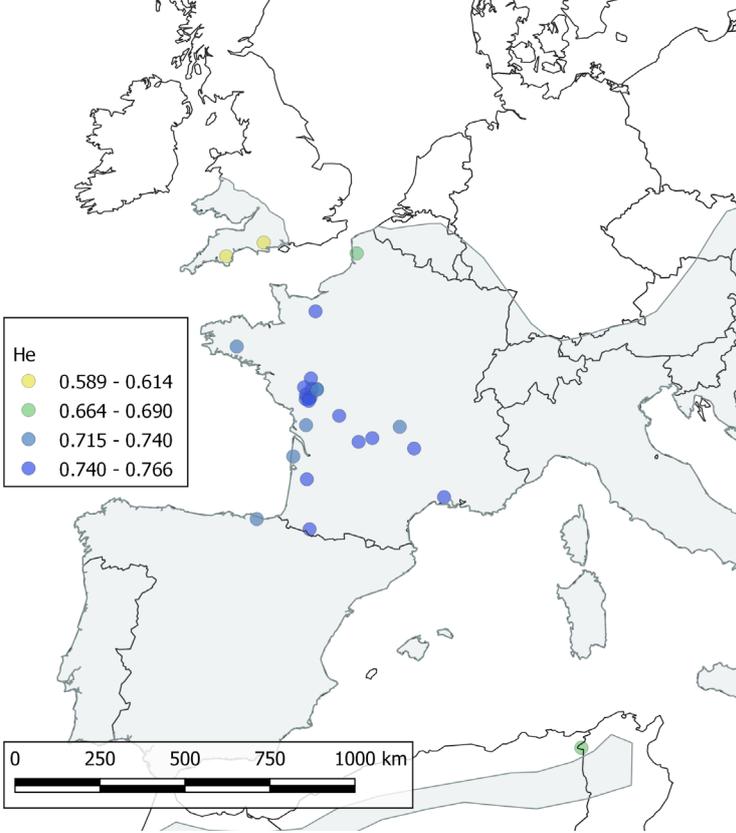


Figure 3

Estimation de la diversité génétique (indice d'hétérozygotie H_e) dans chaque colonie échantillonnée. L'aire de distribution du Grand rhinolophe d'après les données de l'UICN (2016) est représentée en gris.

Cet échantillonnage en cercles croissants permet de décrire la diversité et la structure génétique des populations de Grand rhinolophe à différentes échelles, locale, régionale et internationale, et d'inclure de potentielles barrières géographiques aux mouvements (zones agricoles, autoroutes, fleuve, montagne, mer).

Les chauves-souris ont été capturées à l'aide d'un « Harp-Trap », puis placées dans un sac de contention avant d'être identifiées, pesées, sexées, mesurées puis relâchées. L'échantillonnage comprend un individu dont le sexe et l'âge n'ont pas été reportés, 887 femelles (789 adultes, 91 juvéniles, sept dont l'âge n'a pas été déterminé), et 62 mâles (19 adultes, 39 juvéniles et quatre dont l'âge n'a pas été déterminé).

(ii) - Analyses démographiques

Nous n'avons pas détecté de changement démographique (déclin ou expansion) significatif dans les colonies étudiées de France et d'Angleterre. Ceci indique que les effectifs « génétiques » de ces colonies peuvent être considérés comme stables. Nous avons pu estimer les tailles génétiques de ces colonies, ce qui a révélé des « tailles efficaces » environ deux fois plus faibles en Angleterre et dans la colonie du Nord de la France (Montreuil-sur-Mer, 'MON') que sur le continent.

Nous avons mis en évidence une signature d'expansion démographique significative dans la colonie Tunisienne ('GHA'). Nous n'avons pas pu dater cette expansion par manque de puissance statistique car l'intervalle de confiance estimé varie de 1 à 11 000 générations, c'est-à-dire de quelques années au dernier maximum glaciaire environ.

(iii) - Différenciation génétique entre colonies

Nos résultats montrent l'existence de trois groupes génétiques : (i) les colonies de France et du Pays Basque espagnol (appelées 'continentales' par la suite), (ii) les colonies anglaises et (iii) la colonie tunisienne. La différenciation génétique (FST) entre les colonies anglaises, tunisiennes et les colonies continentales est très élevée (FST Angleterre- continent $\approx 10\%$, FST Tunisie-continent $\approx 12\%$).

La différenciation génétique est faible sur le continent (indices de différenciation FST inférieurs à 3%). Seule la colonie 'MON' (Montreuil-sur-Mer, Pas-de-Calais) montre une différenciation génétique forte avec les autres colonies continentales ($3.49\% < FST < 6.46\%$). Cette différenciation entre 'MON' et les autres colonies de France est aussi élevée que la différenciation

génétique observée entre les colonies d'Angleterre ($FST = 5.4\%$).

Nous avons réalisé une estimation plus fine des taux de migration génétique (mouvements ayant conduit à la reproduction d'individus provenant de

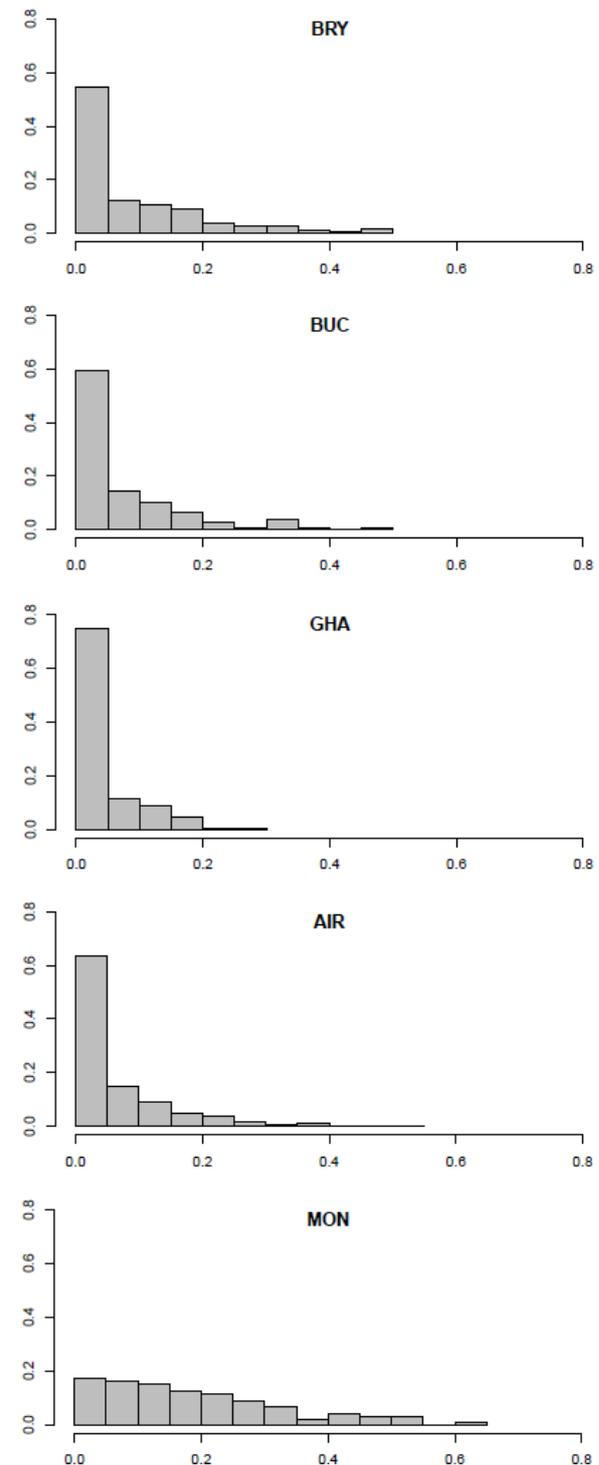


Figure 4

Distribution du degré d'apparentement r au sein de colonies françaises ('AIR', 'MON'), anglaises ('BRY', 'BUC') et tunisienne ('GHA').

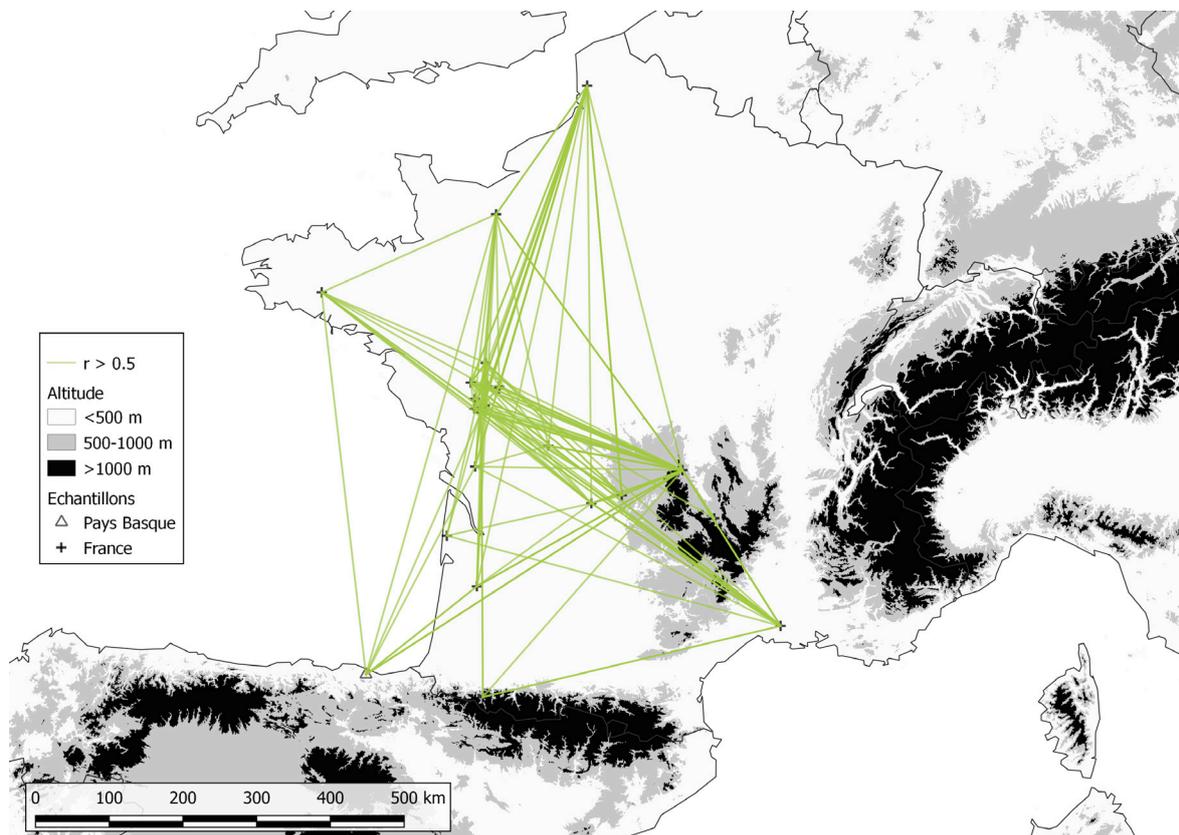


Figure 5
 Distribution géographique des fortes valeurs du coefficient d'apparentement r ($r > 0.5$) entre individus de colonies françaises et de la colonie basque espagnole.

colonies différentes). Cette analyse a révélé l'absence de migration génétique entre les trois groupes précédemment déterminés (Continent, Angleterre, Tunisie), et des événements de migration génétique unidirectionnels au sein du continent. La reproduction entre individus de colonies différentes semble se produire entre Grands rhinolophes migrant de la France vers le Pays Basque espagnol ('LEZ') ou des colonies françaises vers celle de Montreuil-sur-Mer ('MON') (Figure 6).

Discussion

Notre étude a révélé que les colonies de Grand rhinolophe échantillonnées en France et au Sud-Ouest des Pyrénées (Pays Basque espagnol) forment une unique et large population, malgré

les différentes potentielles barrières paysagères présentes (fleuve, montagne, fragmentation des surfaces boisées). Cette population est délimitée au nord par la Manche et très probablement au sud par la Mer Méditerranée, bien qu'un passage par le détroit de Gibraltar ne puisse pas être totalement exclu. Cette population montre une bonne santé génétique car la diversité génétique y est élevée et aucune signature de consanguinité n'y est observée, ce qui permet d'écartier un risque d'extinction dû à des phénomènes génétiques. Des échantillons dans l'Est de la France et pays limitrophes sont requis pour identifier la limite est de cette population, et pour déterminer si les massifs montagneux que l'on y rencontre (Vosges, Alpes, etc.) jouent un rôle de barrière avec les autres populations de l'Europe continentale. Grâce à ces résultats d'analyses génétiques

AN

MON

FR

LEZ

GHA

 $m = 0.292 (0.019)$ $m = 0.270 (0.028)$ **Figure 6**

Taux de migration génétique entre les deux colonies d'Angleterre (AN), la colonie du Pays Basque espagnol (LEZ), la colonie de Tunisie (GHA), la colonie française de Montreuil-sur-Mer (MON) et les autres colonies de France (FR). Seuls les taux de migration génétiques significativement différents de zéro sont représentés. Les flèches indiquent la direction de la migration et « m » indique la valeur du taux de migration génétique et son écart-type entre parenthèses.

et aux analyses préliminaires des données de captures-recaptures des Grands rhinolopes transpondés en Nouvelle-Aquitaine et régions limitrophes, nous savons désormais que juvéniles, adultes, mâles et femelles se déplacent sur de longues distances au sein de cette région et dans les régions voisines (M. LEUCHTMANN & O. FILIPPI-CODACCIONI, 2019, comm.pers.). Ce résultat peut sembler contradictoire avec les précédentes données de PINAUD *et al.* (2018) qui montraient à l'échelle de la colonie une forte diminution de la probabilité de déplacement du Grand rhinolope face à des ruptures de la connectivité paysagère – suggérant que les modalités de déplacement diffèrent selon les activités (chasse, reproduction, etc.). Ainsi, le Grand rhinolope prendrait plus de risque face aux absences de « repères paysagers » structurants lors de ses grands déplacements inter-saisonniers que lors de ses déplacements vers ses terrains de chasse autour de la colonie. Toutefois, notre échantillonnage ne permet pas de tester l'hypothèse selon laquelle les Pyrénées constituent une barrière aux flux de gènes, du fait de l'utilisation possible de corridors sur les côtes Atlantiques et Méditerranéennes. Un meilleur échantillonnage de part et d'autre des Pyrénées permettrait d'obtenir

des éléments de réponse.

D'un point de vue démographique, nous avons montré que la taille génétique de cette population continentale Franco-Basque est stable. Cependant il est très délicat de convertir la « taille génétique efficace » en nombre total d'individus adultes du fait de nombreux biais (LUIKART *et al.*, 2010; VONHOF *et al.*, 2008). Selon les paramètres utilisés, nos estimations varieraient entre 4135 et 41352 individus adultes. Celles-ci sont inférieures aux estimations réalisées en période estivale en France – 47600 individus mais en prenant en compte adultes et juvéniles (VINCENT S. (Coord.), 2014). L'approche génétique est donc complémentaire de celle des suivis par comptage des individus et colonies et l'une ne peut pas se substituer à l'autre. Ainsi, nos résultats soulignent l'importance d'approfondir les connaissances sur la délimitation des populations du Grand rhinolope, et plus généralement des chauves-souris, car celles-ci ne suivent pas les frontières administratives et leur conservation peut nécessiter des collaborations inter-régionales voire internationales. De plus, nous avons montré que la colonie du Pas-de-Calais Montreuil-sur-mer ('MON') - bien qu'intégrée dans la grande population continentale - possède un fonctionnement particulier. Sa diversité

génétique plus faible, sa différenciation génétique plus élevée et son niveau d'apparentement intra-colonie plus fort suggèrent que cette colonie est plus petite, plus isolée et donc plus vulnérable. Cette situation pourrait être due à un manque d'habitats favorables aux alentours de la colonie, et/ou à sa situation en limite d'aire de répartition de l'espèce (ECKERT *et al.*, 2008). Cette colonie nécessite donc une attention particulière en termes de conservation et l'étude des relations entre les colonies proches de 'MON' serait une piste intéressante à creuser.

Ces résultats montrent à nouveau l'importance de poursuivre les suivis des colonies à l'échelle locale. En effet, bien que la grande population soit stable grâce à la forte connectivité entre les colonies, on ne peut pas exclure que localement certaines colonies particulières soient vulnérables, d'autant plus avec la pression croissante des activités humaines et le changement climatique. Il nous paraît donc important de bien comprendre le fonctionnement de ces colonies isolées pour anticiper les mesures de conservation du Grand rhinolophe.

Bibliographie

ECKERT, C.G., SAMIS, K.E., LOUGHEED, S.C., 2008. Genetic variation across species' geographical ranges: the central–marginal hypothesis and beyond. *Molecular Ecology* 17, 1170–1188. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03659.x>

FRANKHAM, R., 2005. Genetics and extinction. *Biological Conservation* 126, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.05.002>

FRANKHAM, R., 1996. Relationship of Genetic Variation to Population Size in Wildlife. *Conservation Biology* 10, 1500–1508. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10061500.x>

GILPIN, M.E., SOULÉ, M.E., 1986. Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.

KELLER, L.F., WALLER, D.M., 2002. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution* 17, 230–241. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02489-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02489-8)

LUIKART, G., RYMAN, N., TALLMON, D.A., SCHWARTZ, M.K., ALLENDORF, F.W., 2010. Estimation of census and effective population sizes: the increasing usefulness of DNA-based approaches. *Conserv Genet* 11, 355–373. <https://doi.org/10.1007/s10592-010-0050-7>

PINAUD, D., CLAIREAU, F., LEUCHTMANN, M., KERBIRIOU, C., 2018. Modelling landscape connectivity for greater horseshoe bat using an empirical quantification of resistance. *Journal of Applied Ecology* 0. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13228>

VINCENT S. (COORD.), 2014. Chiroptères de l'annexe II de la Directive Habitats-

Faune-Flore. Synthèse actualisée des populations en France – Bilan 2014. https://www.sfepm.org/pdf/poster_synt_eff_chiros_bourges_2014_maj_A3.pdf

VONHOF, M.J., STROBECK, C., FENTON, M.B., 2008. Genetic Variation and Population Structure in Big Brown Bats (*Eptesicus fuscus*): Is Female Dispersal Important? *Journal of Mammalogy* 89, 1411–1420. <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-S-062.1>

Pour citer cet article :

TOURNAYRE O. 2019.

Génétique des populations et biologie de la conservation du Grand Rhinolophe.

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes: www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Remerciements

Ce projet initié par l'Université de Lyon (LabEx ECOFECT) et Poitou-Charentes Nature repose sur l'implication de nombreux bénévoles et associations qui ont permis l'élargissement géographique de l'échantillonnage organisé et réalisé par l'Université de Lyon et les associations membre de Poitou-Charentes Nature (Deux-Sèvres Nature-Environnement, Nature-Environnement 17, Charente Nature, Vienne Nature, LPO France) et le CREN Poitou-Charentes. Les autres associations sont : Groupe Chiroptères des Pays-de-la-Loire, Groupe Chiroptères Aquitaine, Groupe Chiroptères du Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin, Chauves-Souris Auvergne, Groupe Chiroptères de Provence, Groupe Mammalogique Normand, Amikiro, Coordination Mammalogique du Nord de la France.

La capture des chauves-souris sur le terrain et les prélèvements biologiques sont réalisés dans le cadre du projet Feder "Grand rhinolophe et trame

verte bocagère : étude des facteurs environnementaux influant sur la dynamique des populations" porté par Poitou-Charentes Nature et le Labex EcOFECT.

Ce travail a été financé par le LabEx ECOFECT (ANR-11-LABX-0048) de l'Université de Lyon via le programme "Investissements d'Avenir" (ANR-11-IDEX-0007) opéré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), un financement interne du Centre de Biologie pour la Gestion des Populations et a reçu un soutien financier de la région Nouvelle-Aquitaine et de la DREAL Nouvelle Aquitaine. Ce travail est issu de la thèse d'Orianne Tournayre financée par le LabEx CeMEB (ANR «Investissements d'Avenir» program ANR-10-LABX-04-01) et co-encadrée par N. Charbonnel et D. Pontier.

Les données de géotypage obtenues dans cette étude ont été produites grâce aux installations du LabEx Centre Méditerranéen Environnement Biodiversité (LabExCeMEB, plateforme GenSeq). Les analyses ont été réalisées sur la plateforme de calcul CBGP HPC et sur la plateforme de calcul Genotoul.

Suivi acoustique des chiroptères à l'observatoire de l'Étang du Ravoir (Loiret) en 2018

Par **Guillaume MARCHAIS**
(gmarchais@gmail.com)

Résumé

Un suivi acoustique des chiroptères en continu a été réalisé du 1er avril au 30 novembre 2018 depuis l'observatoire de l'Étang du Ravoir (site de reproduction du Balbuzard pêcheur), situé dans le massif forestier de Lorris (forêt domaniale d'Orléans, Loiret). Ce travail a été réalisé à titre bénévole et expérimental.

Mots-clefs : chiroptères, référentiel d'activités, milieu forestier, étang, évaluation.

Détecteur enregistreur (Anabat SD1) placé avec sa batterie dans un caisson, et son micro déporté à environ 2 m de haut sur le mur latéral de l'observatoire (faisant ainsi face à l'étang)



Matériels et méthode

Le détecteur enregistreur à ultrasons utilisé était un Anabat SD1 avec un micro posé à deux mètres de haut sur le côté de l'observatoire face à l'étang à environ une dizaine de mètres de la berge (pour *Myotis daubentonii* par exemple c'est un paramètre important). Le gain était réglé sur 6 la plupart du temps, sauf en août et septembre où il a été mis sur 4 pour réduire le nombre d'enregistrements de Grande sauterelle verte notamment. La température de l'air a été aussi enregistrée *in situ* par un logger accroché à côté du micro. Une panne de batterie a néanmoins empêché d'enregistrer les nuits du 07 au 15 juin (9 nuits) et du 14 septembre au 1er octobre (17 nuits).

Les enregistrements ont été extraits au format « zero crossing » avec le logiciel dédié « CF Cread » de Chris Corben avec les paramètres suivants : « smooth » = 50 ; « max TBC » = 1 s ; « Min Line Length » = 5.

Les fichiers sons ont ensuite été analysés avec le logiciel Analook (version 4.4a) de Chris Corben en utilisant des filtres qui aident à éliminer des bruits et ciblent des groupes d'espèces. Ces filtres ont été élaborés dans le cadre de mes activités au sein du bureau d'études Ecosphère, lequel m'a prêté ce matériel. Après utilisation des filtres, chaque fichier a fait l'objet d'une vérification rapide (il est donc envisageable qu'une partie, a priori minoritaire, soit mal identifiée - telle une Pipistrelle commune émettant des courts signaux de haute fréquence pour un murin et inversement - ou soit oubliée). Lorsque les critères étaient suffisamment catégoriques, une identification spécifique a été proposée. Au total, ce sont près de 122 591 fichiers qui ont été analysés, dont 94 112 attribués à des chiroptères. Ces fichiers correspondent approximativement à des « contacts », soit une séquence d'au moins deux signaux ultrasonores dont la durée est comprise entre 0,1 et 5 secondes au maximum.



Résultats

Les tableaux et graphiques ci-dessous présentent d'abord les résultats exprimés en contacts bruts [non pondérés par les coefficients de détectabilité de chaque espèce (BARATAUD, 2012)] en dissociant la Pipistrelle commune des autres espèces, car elle est de loin très majoritaire tout au long du suivi (de 43,2 % en novembre jusqu'à 95,3 % en mai).

Bilan Pipistrelle commune

Pour cette espèce ubiquiste et largement prédominante, les totaux mensuels (Tableau 1) se chiffrent en plusieurs milliers de contacts avec un maximum en mai de plus de 25000 ; excepté en novembre avec un minimum de 131. Le nombre moyen de contacts par nuit tourne autour d'une moyenne de 425. Etant donné que la durée de la nuit change d'avril à novembre, les moyennes sont calculées sur les 8 heures après le coucher du soleil

qui cumulent la grande majorité des contacts quel que soit le mois, pour une comparaison standardisée. C'est en mai d'abord, puis juillet et en octobre que les nombres de nuits supérieurs à cette moyenne ont été enregistrés. Il en est de même pour les pics d'activité à plus de 1000 contacts par nuit.

Bilan autres espèces

Pour toutes les autres espèces (Tableaux 2 à 4), les activités mensuelles se comptent seulement en dizaines ou centaines de contacts. Le taxon « Sérotule » indique les contacts attribués au complexe Noctules et Sérotines spp. Ce sont les Murins qui cumulent le plus souvent les maxima, sauf en juin et en octobre où ce sont les Noctules. La Pipistrelle de Kuhl est régulière tout au long du suivi mais ne cumule que quelques dizaines à centaines de contacts. La Pipistrelle pygmée (probable) n'est contactée par dizaines qu'en début (avril) et fin (octobre) de suivi, tandis que

Tableau 1.

Bilan de l'activité de Pipistrelle commune uniquement.

NB : pannes de matériel du 07/06 au 15/06 et du 14/09 au 01/10

Mois	Nuits	Contacts bruts	Moyenne (contacts/nuit sur 8 h après le coucher)	Nuits > moyenne (425)	Pics > 1 000 contacts	Maximum contacts /h (moyenne mensuelle)
avril	30	9 766	282,4	9	0	132,5
mai	31	25 135	790,4	21	8	221,6
juin	23	5 639	244,9	4	0	70,3
juillet	31	15 936	486,5	12	5	147,4
août	31	10 684	290,7	9	1	82,8
septembre	13	2 429	145,6	3	0	48,3
octobre	31	14 538	422,4	12	5	141,3
novembre	30	131	4,1	0	0	5,5
Total	214	84 258				

la Pipistrelle de Nathusius (probable) l'est uniquement en octobre. La Barbastelle est surtout contactée à partir de juillet à raison de seulement quelques dizaines de contacts. Les Oreillards indéterminés ne sont contactés qu'à l'unité. Au total, les activités cumulées dépassent les 1000

contacts par mois de manière continue de juillet à octobre ; il en est de même pour les pics à plus de 100 contacts par nuit. Enfin, le plus grand nombre de nuit avec au moins deux contacts de Barbastelle ou d'Oreillards a été enregistré au mois d'août (14 nuits).

Tableau 2.

Contacts bruts des autres espèces ; les maxima sont en gras.

NB : pannes de matériel du 07/06 au 15/06 et du 14/09 au 01/10

Mois	Séro-tules	Noc-tules	Pip pyg	Pip Kuh	Pip Nat	Bar-bast	Oreil-lards	Mu-rins	Indéter-miné	Total
avril	13	54	12	122		6		571	36	814
mai	27	188		213			1	800		1 229
juin	8	419		48		7	6	254	7	749
juillet	295	195		23		12		804		1 329
août	255	338	1	148		61	6	783	8	1 600
septembre	6	24		16		3	1	1 881	2	1 933
octobre	58	696	45	657	11	20	6	309		1 796
novembre	16	39		10		14	1	91	1	172
Total	678	1 953	58	1 237	11	123	21	5 493	54	9 622

Tableau 3.

Contacts des autres espèces corrigés par les coefficients de BARATAUD (2012).

NB : pannes de matériel du 07/06 au 15/06 et du 14/09 au 01/10

Mois	Séro-tules (0,3)	Noc-tules (0,3)	Pip pyg (1)	Pip Kuh (1)	Pip Nat (1)	Bar-barst (1,7)	Oreil-lards (1,25)	Mu-rins (2,5)
avril	4	18	12	122		4		228
mai	9	63		213			1	320
juin	3	134		48		4	5	102
juillet	98	65		23		7		322
août	85	113	1	148		37	5	313
septembre	2	8		16		2	1	752
octobre	19	232	45	657	11	12	5	124
novembre	5	13		10		8,4	1	36
Total	226	651	58	1 237	11	74	17	2 197

Tableau 4.

Bilan des activités des espèces autres que la Pipistrelle commune.

NB : pannes de matériel du 07/06 au 15/06 et du 14/09 au 01/10

Mois	Nuits	Moy. Pip Kuhl	Moyenne Ser/Noctules	Moy. Murins	Moy. autres taxons	Pics > 100	Maximum contacts /h (moy. mensuelle)	Nuits > 2 contacts Barbastelle ou Oreillards
		contacts/nuît sur 8 h après le coucher du soleil						
avril	30	4,0	1,9	17,9	26,8	1	15,4	1
mai	31	6,5	6,0	24,5	37,1	1	14,7	0
juin	30	2,1	18,6	11,0	32,6	0	11,5	3
juillet	31	0,7	9,4	24,8	40,9	5	15,5	4
août	31	4,7	7,6	22,0	42,8	2	16,3	14
septembre	14	1,1	2,1	119,8	123,2	5	43,4	0
octobre	31	15,9	70,5	6,8	47,1	8	30,4	4
novembre	30	0,3	1,2	2,4	4,6	0	3,2	4

Evaluation des activités : discerner l'extraordinaire de l'ordinaire

En compilant l'ensemble des résultats obtenus lors de ce suivi, exprimés en contacts par nuit, un référentiel basé sur

la méthode statistique des quantiles est présenté dans le **Tableau 5**.

Plus le quantile est élevé, plus un résultat qui dépasse le seuil associé correspond à un évènement peu fréquent voire rare.

Tableau 5.

Référentiel d'activité propre à ce suivi 2018 (contacts par nuit) ; Q = quantile.

Espèces	Q25	Q50	Q75	Q90	Q95
P. commune	92	291	610	964	1461
Sérotules	2	3	8	22	31
Noctules	1	2	2	4	4
P. pygmée (commune)	3	7	18	34	47
P. Kuhl	1	3	7	15	29
P. de Nathusius (Kuhl)	1	2	4	7	10
Barbastelle	1	2	3	5	6
Oreillards	1	1	1	2	2
Murins	7	15	27	50	86
TOUTES	84	325	636	1 022	1 455

Les graphiques suivants représentent, pour un mois donné, les nombres de nuit pour chaque classe délimitée par ces quantiles. Les classes des évènements les plus rares (> Q75) sont au premier plan du graphique (histogrammes violet à rouge). Sur la **Figure 1**, c'est l'activité globale toutes espèces confondues qui est représentée. Mai, juillet et octobre sont les trois mois avec les niveaux d'activité les plus élevés, suivis par août et septembre. Sur la **Figure 2**, c'est l'activité de la Pipistrelle commune uniquement qui est

représentée. Mai, juillet et octobre sont les trois mois avec les niveaux d'activité les plus élevés, suivis par août et avril. Sur la **Figure 3**, c'est l'activité des Noctules uniquement qui est représentée. Juin et octobre sont les deux mois avec les niveaux les plus élevés d'activité, suivis par juillet et août. Sur la **Figure 4**, c'est uniquement l'activité des Murins qui est représentée. Juillet, août et septembre sont les trois mois avec les niveaux les plus élevés d'activité, suivis par mai et octobre.

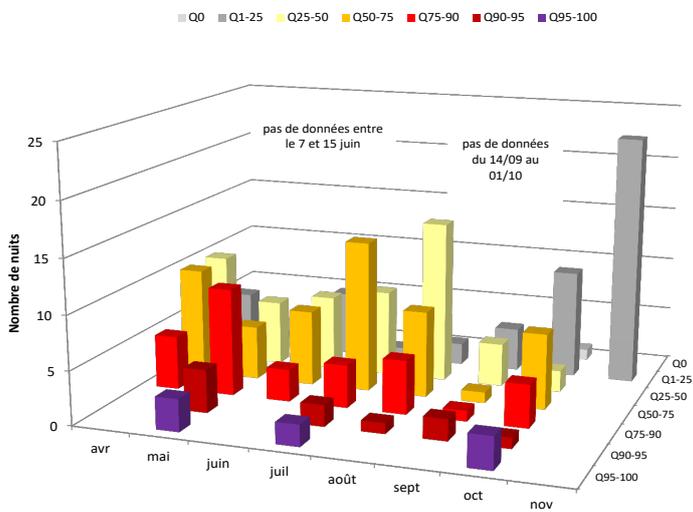


Figure 1.
Niveaux d'activité par mois de l'activité globale toutes espèces confondues.

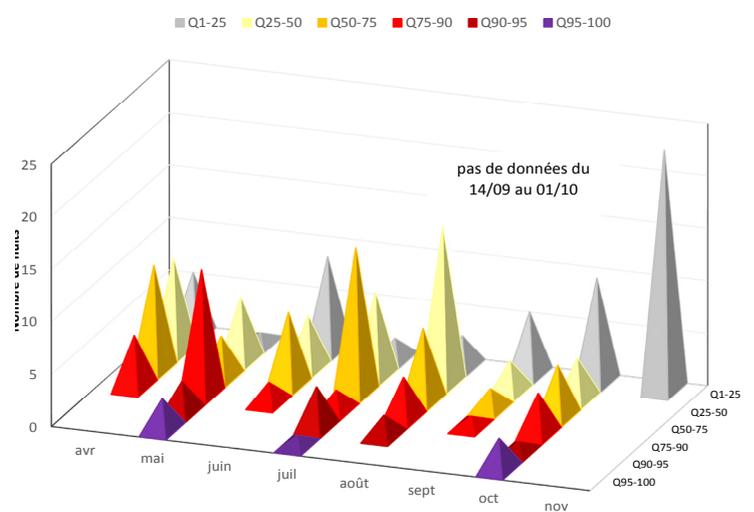


Figure 2.
Niveaux d'activité par mois pour la Pipistrelle commune seule.

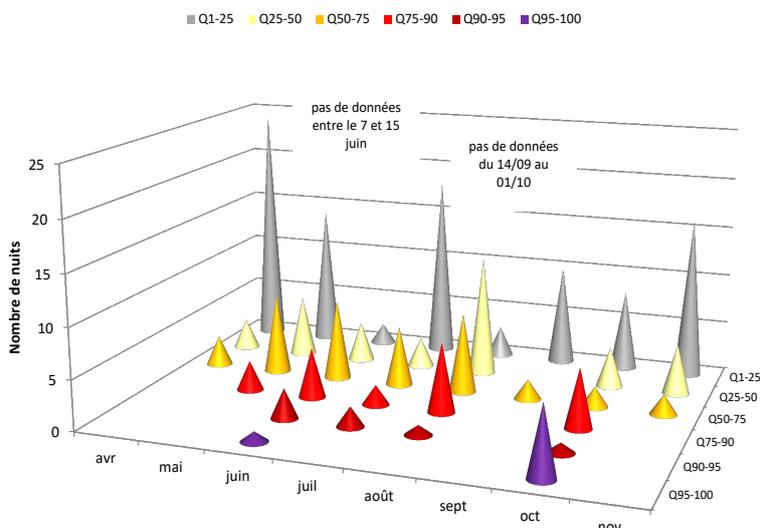


Figure 3.
Niveaux d'activité par mois pour les noctules.

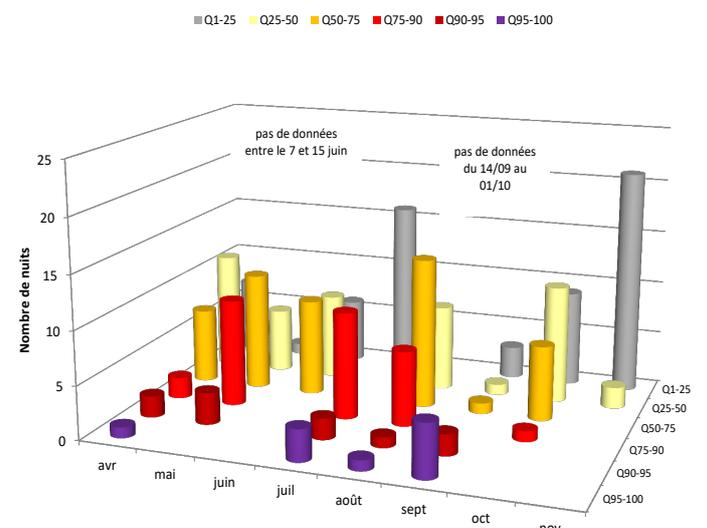


Figure 4.
Niveaux d'activité par mois pour les murins.

Plage horaire des activités

Les graphiques suivants présentent la distribution des activités des autres espèces que la Pipistrelle commune au cours de la nuit sur trois périodes distinctes. Pour la période d'avril à juin (**Figure 5**), 81 % des activités brutes étaient enregistrées dans les 6 heures qui suivaient le coucher du soleil, avec un pic assez important des Murins la première heure.

Pour la période de juillet à août (**Figure 6**), 81 % des activités brutes étaient enregistrées dans les 7 heures qui suivaient le coucher du soleil, avec un pic assez important des Murins la première heure. Pour la période de septembre à novembre (**Figure 7**), 82 % des activités brutes étaient enregistrées dans les 8 heures qui suivaient le coucher du soleil, avec un pic important des Noctules la première heure.

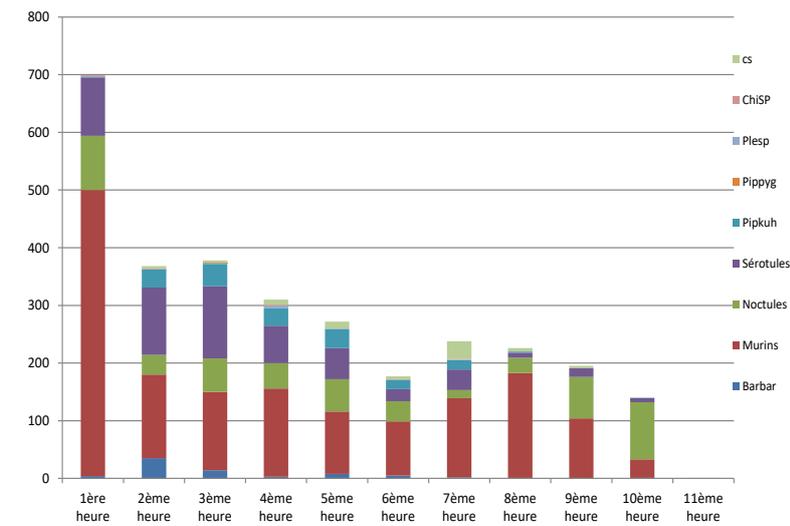
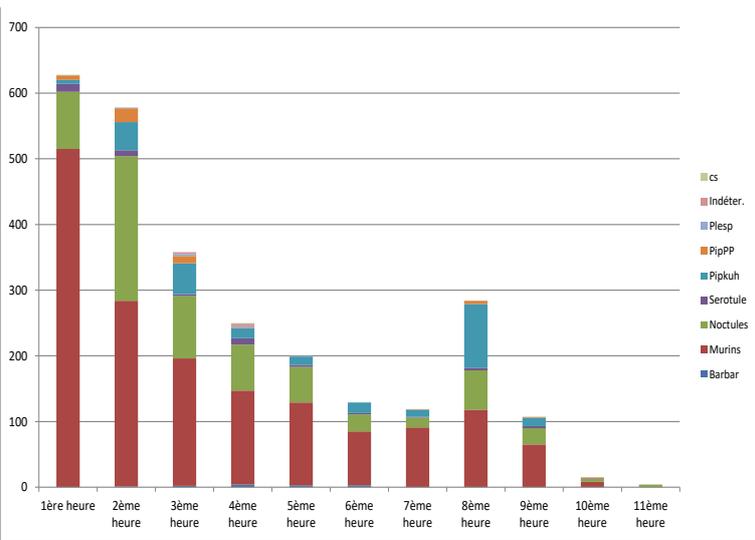


Figure 5. Variation horaire de l'activité acoustique (exprimée en contacts) pour les différents taxons inventoriés (sauf la Pipistrelle commune) pour les mois d'avril, mai et juin.

Figure 6. Variation horaire de l'activité acoustique (exprimée en contacts) pour les différents taxons inventoriés (sauf la Pipistrelle commune) pour les mois de juillet et août.

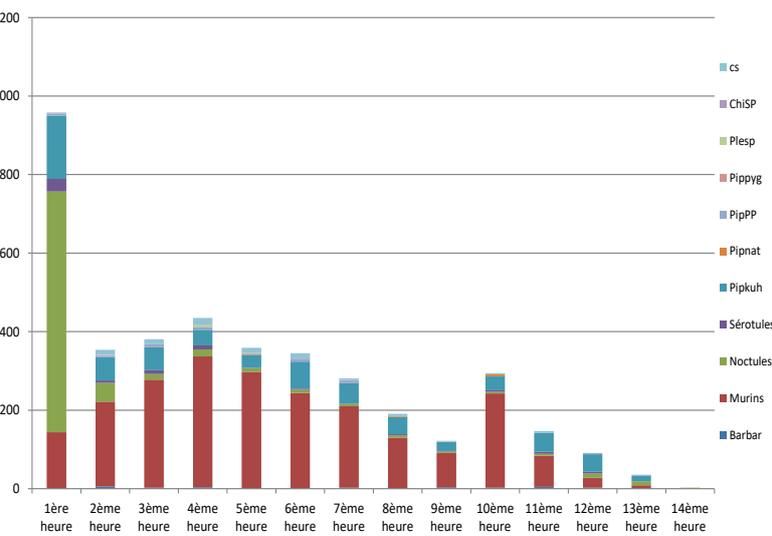


Figure 7. Variation horaire de l'activité acoustique (exprimée en contacts) pour les différents taxons inventoriés (sauf la Pipistrelle commune) pour les mois de septembre, octobre et novembre.



© Erwann THEPAULT

Discussion

Les suivis acoustiques continus sur de longue durée permettent de multiples analyses, de la plus grossière (total des contacts par nuit, semaine, mois) à la plus fine (occurrence de pics ponctuels d'une espèce à telle heure de la nuit à telle période). Il est suggéré ici que des indicateurs statistiques par mois et par groupe d'espèces ne sont pas si chronophages à produire malgré les milliers de contacts à identifier, tout en permettant des interprétations significatives en utilisant les référentiels d'activité. En appliquant la méthode des quantiles avec suffisamment de classes (5 ou 6), on peut arriver à dégager les périodes d'activité extraordinaires, ou « au-dessus des moyennes saisonnières » pour reprendre le jargon des météorologistes. De plus, ils incluent empiriquement les différences de détection entre groupes d'espèces ; car ce ne sont plus les contacts par heure ou par nuit que l'on compare entre espèces mais les classes de quantiles (correspondant alors à des niveaux d'activité). En revanche, il est suggéré de préciser une durée moyenne de la nuit pour chaque saison (10h en avril-mai, 9 h en juin-juillet, 11 h en août-septembre, et 13 h en octobre-novembre) pour assurer une comparaison non biaisée des indicateurs du fait de la durée d'échantillonnage variable sur 7-8 mois de suivi.

Ces résultats obtenus en 2018 constituent ainsi un état initial pour ce site localisé en milieu forestier et à proximité immédiate d'un grand étang. Ils ont vocation à être une base de référence pour future comparaison en tout ou partie avec d'autres suivis dans quelques années, ou d'autres sites du même type ailleurs dans la région Centre Val-de-Loire.

Dans le cas où un autre modèle de détecteur et de micro associé serait utilisé à l'avenir, les classes délimitées par les quantiles devraient a priori tamponner suffisamment les différences techniques des micros (sensibilité et directionnalité). Il peut alternativement être envisagé de convertir les contacts en occurrence par minute quel que soit le nombre de contacts (autrement dit la « minute positive » ; HAQUART 2013).

Perspectives

Ces données sont disponibles pour toute personne qui souhaiterait les utiliser à des fins d'analyses plus approfondies que je n'ai pas eu le temps, voire les compétences, de produire. Tous les enregistrements bruts ou labélisés (format ZC sous Analook) sont disponibles sur demande auprès de l'auteur. Toute utilisation devra respecter la licence « creative commons ». Voici quelques suggestions :

- pour chaque mois, effectuer des calculs avec tirages aléatoires pour obtenir le nombre minimum de nuits avec au moins 80 % des espèces recensées hors Pipistrelle commune, et/ou des activités (hors P. commune) supérieures à leur moyenne mensuelle (RICHARDSON *et al.* 2019) ;
- rechercher d'éventuelles corrélations avec les températures enregistrées sur le site.

Bibliographie

BARATAUD, M. 2012. *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse.* Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité). 344 p.

BARATAUD, M. 2013. Un référentiel standard pour juger de l'abondance d'activité des chasse des chiroptères : possibilités et limites. Rapport 3 p.

BARATAUD, M., J. BARATAUD, S. GIOSA, J. JEMIN, J. VITTIER, A. BESNARD. 2017. Suivi temporel acoustique des chiroptères forestiers du Limousin. Bilan de la période 2014-2016. *Plume de Naturalistes* 1 : 43-66.

HAQUART A. 2013. Référentiel d'activité des chiroptères, éléments pour l'interprétation des dénombrements de chiroptères avec les méthodes acoustiques en zone méditerranéenne française. Biotope, Ecole Pratique des Hautes Etudes, 99 p.

RICHARDSON, S.M., LINTOTT, P.R., HOSKEN, D.J., MATHEWS, F., 2019. An evidence-based approach to specifying survey effort in ecological assessments of bat activity. *Biological Conservation*, 231: 98-102.

Remerciements

Je remercie le bureau d'études Ecosphère qui m'a prêté le matériel sur toute la période du suivi, et l'ONF pour m'avoir autorisé la pose du matériel sur leur observatoire. Enfin, dédicace à mes deux filles qui m'ont insufflé leur enthousiasme (« Papa, tu nous emmènes à l'observatoire ? »), malgré les moustiques... et les heures passées devant l'ordinateur.





© Guillaume MARCHAIS

Pour citer cet article :

MARCHAIS, G. 2019. Suivi acoustique des chiroptères à l'observatoire de l'Etang du Ravoir (Loiret) en 2018. *Plume de Naturalistes* 3 : 259-268.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes* :
www.plume-de-naturalistes.fr

Redescription of calls of the Boettger's lizard, *Gallotia caesaris gomerae* (BOETTGER & MÜLLER, 1914) from La Gomera, the Canary Islands, with the description of two different types of calls

Par **Olivier SWIFT**¹ (philofauna@gmail.com)
Ludivine DELAMARE¹

¹Association Philofauna, La Gouteyre,
65330 BONREPOS, France



Some Reptiles are known to produce acoustic signals (VITT & CALDWELL, 2014). Among the modes of the three categories of devices of sound productions, involving massive air expulsion, rubbing or vibration of the integument and modulation of intermittent air movements through a modified glottis, lizards are capable of producing last ones, called vocalizations (GANS & MADERSON, 1973). In the Canary Islands, genus *Gallotia* BOULENGER, 1916, shares this feature. In 1910, about *Gallotia simonyi* (STEINDACHNER, 1889), Philipp Lehrs gives the first description of the sound: "eine deutlich quiekende Stimmäußerung erregter Tiere" (a clear oinking voice animal expression) (LEHRS, 1910). In 1985, Wolfgang Böhme et al. review verbal descriptions of the genus and provides the first and last sonograms of several species in captivity (BÖHME et al., 1985). The recordings include *Gallotia galloti caesaris* (El Hierro) and *Gallotia galloti gomerae* (La Gomera), which are now grouped in the same species: *Gallotia caesaris* (THORPE

et al., 1993; RICHARD & THORPE, 2001) and declined in two subspecies: *G. caesaris caesaris* (LEHRS, 1914), present on the island of El Hierro, and *G. caesaris gomerae* (BOETTGER & MÜLLER, 1914) on the island of La Gomera (BISCHOFF, 1998). For the first time, we describe the recorded calls of free-ranging animals of this last subspecies.

On the 18th of January 2017, during two hours, between 12:40 to 14:30 PM, at a same temperature around 25°C, we recorded the calls of a group of the Boettger's lizard at the Barranco del Agua, Las Hayas, La Gomera (28°07'22.7"N 17°17'21.9"W). We recorded the vocalisations with a recorder ZOOM H4n (44,1 kHz sampling rates and

16 bits), using the pre-recording function and the short gun microphone Sennheiser ME66 with the K6 powering module, protected with the basket windshield MZW 60-1 and wind muf. The microphone was positioned on the rock, placed at least 50 cm from the lizards. The temporal and spectral call parameters were normalized -3dB with the software Audacity® 2.2.2 (Audacity Team 2018) and analysed with the software Raven Pro 1.5 (Bioacoustics Research Program 2014) and Praat 6.0.30 (BOERSMA AND WEENINK, 2016). We measured the following parameters: call duration (ms), note number, note duration (ms), peak (or dominant) frequency (Hz), center frequency that divides the selection into

Table 1.

Acoustic parameters of the calls of *Gallotia caesaris gomerae* from the Barranco del Agua, Las Hayas, La Gomera. Values are presented as mean ± standard deviation (range and number of measures).

N° call	Duration (s)	Fundamental frequency (Hz)	Peak frequency (Hz)	Min. frequency (Hz)	Max. frequency (Hz)
1	1.06	870.4±50.3 (282.8-2193.4 n=101)	1964.2±63.9 (1292-6287.7 n=107)	283	14887
2	0.54	516.6±18.7 (303.8-649.6 n=26)	1552.1±47.6 (1205.9-2239.5 n=50)	304	13230
3	0.94	1252.3±73.5 (472.8-2440.3 n=85)	1739.9±46.6 (516.8-2239.5 n=70)	473	14808
4	1.20	704.3±58.7 (259.8-2479.8 n=101)	1579.1±46.7 (516.8-2067.2 n=99)	260	14911
5	1.09	630.2±28.6 (187.1-1003.4 n=86)	1808.8±118.5 (602.9-9819.1 n=71)	187	14831
6	0.58	1131.6±97.4 (268.9-2187.8 n=56)	1941.6±147.6 (602.9-10249.8 n=59)	269	14917
7	0.69	1319.3±78.7 (585.2-2253.6 n=68)	1934.9±24.9 (1378.1-2411.7 n=69)	585	14872
8	0.55	1614.4±75.9 (612.6-2224 n=56)	2105.6±33.4 (1636.5-2584 n=56)	613	14863
9	0.49	591.3±19.2 (444.9-844.9 n=24)	882.9±84.9 (430.7-1292 n=12)	445	13721
10	0.42	612.1±6.8 (544.8-664.6 n=27)	925.1±76.7 (344.5-1722.7 n=27)	545	9669
All	7.56	964±50.3 (187.1-2479.8 n=630)	1767.5±27.4 (344.5-10249.8 n=620)	187	14917

two frequency intervals of equal energy, harmonics (Hz), maximum frequency (Hz) and minimum frequency (Hz). the definitions of the terms follow the review of KÖLHER *et al.* (KÖHLER *et al.*, 2017) and the Raven manual (CHARIF *et al.*, 2010). The frequency information was obtained through Fast Fourier Transformation (FFT) within a Hamming window, width, 1024 points, frequency step (bin width) of 43.1 Hz and time step (frame distance) of 0.00107 seconds. The fundamental frequencies and harmonics were measured in hertz with Praat; dominant frequencies in hertz by Raven, splitting selections borders by 10 ms steps.

A total of 10 calls of quality were recorded among a group of animals, compounded of adults and sub-adults. There were basking and moving on the rock, and in bushes, around the microphone. Animals were free-ranging, emitted the calls spontaneously without being disturbed by sound recorders. Recorded calls could

be divided into two categories (Figure 1): mixed, calls 1.1 to 1.8, and singles, calls 1.9 and 1.10. One of the first set (call 1.2) is truncated, nevertheless, we kept it because of provided spectral information. The average fundamental frequency varies from 516 to 1614 Hz (964 ± 50.3 , $n=630$), the dominant range from 882 to 2105 Hz (1767.5 ± 27.4 , $n=620$), the minimal one between 187 and 613 (396 ± 48.6 Hz, $n=10$) and the maximum one between 9669 to 14917 Hz (14071 ± 524 , $n=10$) (Table 1).

Where *Gallotia* is known to squeal (GANS & MADERSON, 1973) or to utter a squeak (MOLINA-BORJA, 1985), in the detail, we distinguished three note structures and two types of calls.

Calls 1.1 to 1.8 are mixed, more than one note: with «wheeh», «grunt» and a modulated onset (call 1.4). «Wheew» is a modulated note; it's a whistle, from medium to high pitched, rather musical (PIELOW, 2017). They sounds like birds, like the Wood Duck, *Aix sponsa*. In this case,

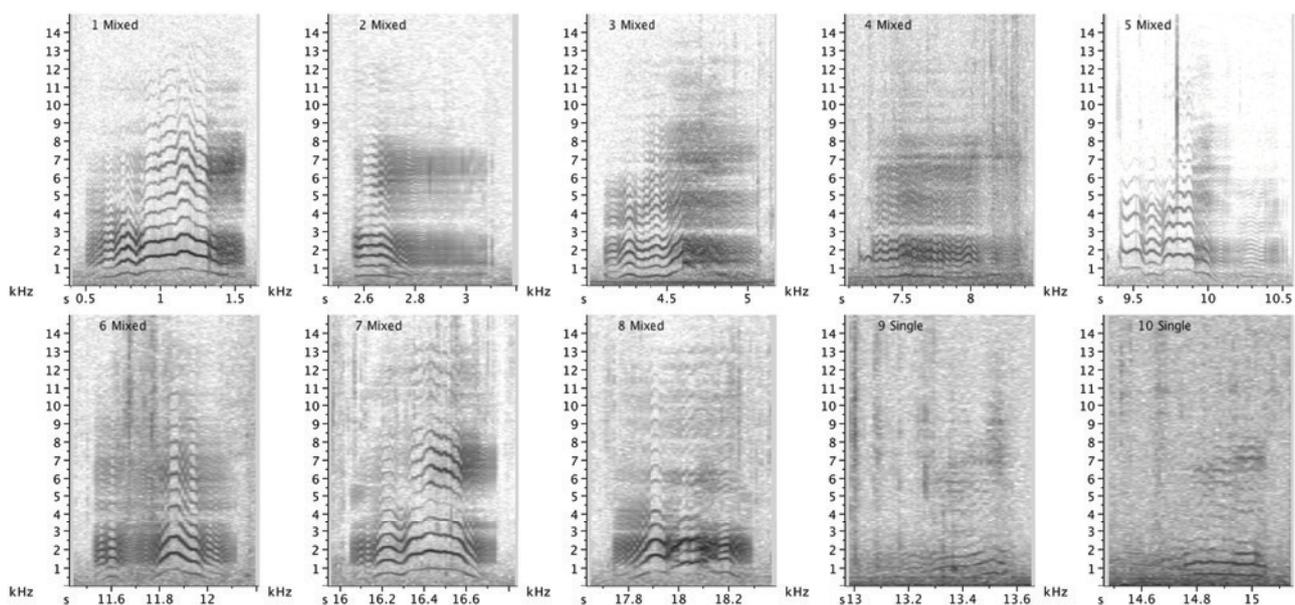


Figure 1. Spectrograms of 10 calls of *Gallotia caesaris gomeræ* (BOETTGER & MÜLLER, 1914).

third harmonics are the loudest (2.9 ± 0.1 , $n=57$, **Figure 2**), yielding a nasal sound. The total number of harmonics is high (20.6 ± 0.7 , $n=57$). The «grunt» is a deep short sound characteristic of a hog, here a higher pitch sound, like a nasal squeaking.

The loudest harmonics are around the third (3.0 ± 0.3 , $n=17$). The number of harmonics is lower than the precedent note (17.4 ± 0.4 , $n=17$). The spread of energy is bi or trimodal (**Figure 3**).

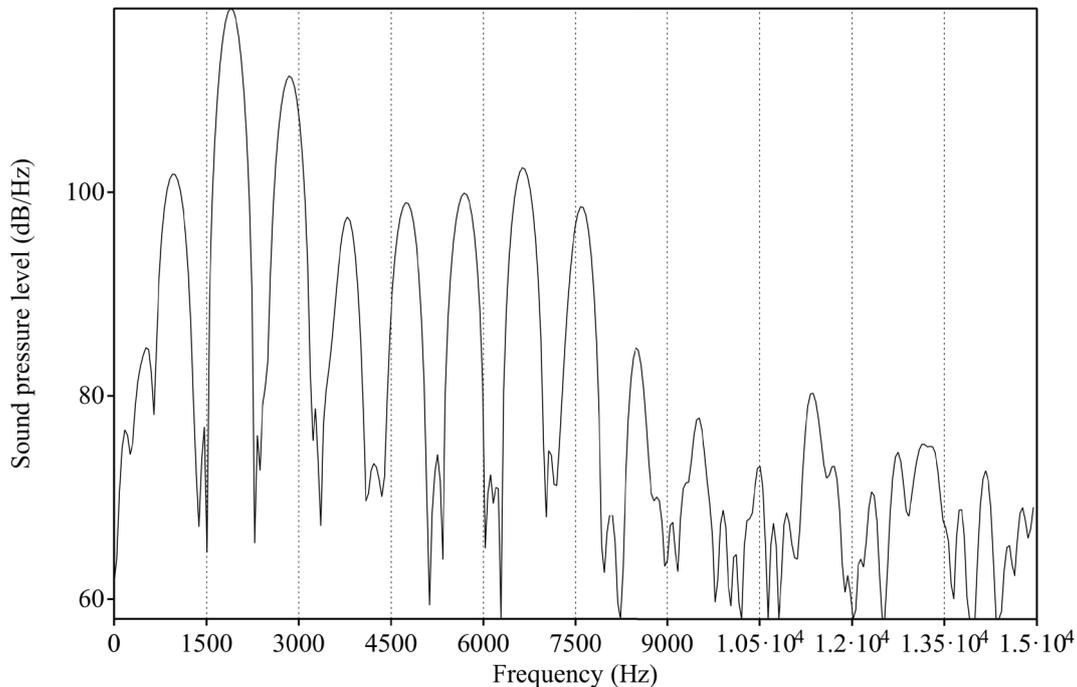


Figure 2.
Spectrum of call 1 at 4.25 seconds.

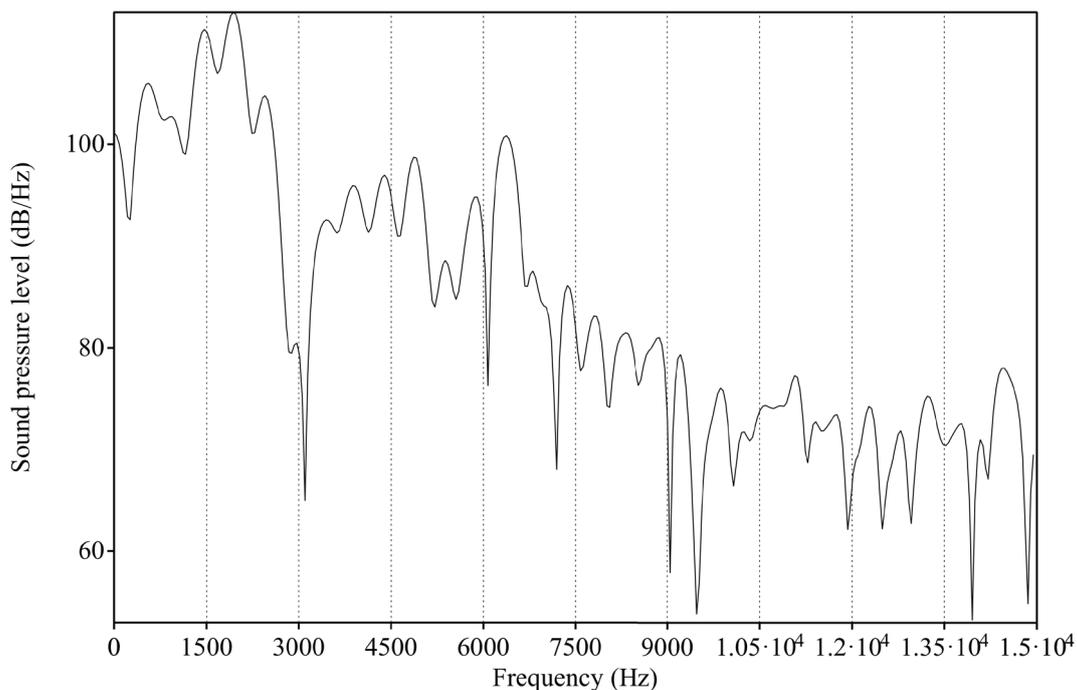


Figure 3.
Spectrum of call 4 at 7.7 seconds.

Lastly, there is a short modulated note, expressed in call 4 (Figure 4). It's a modulated onset, with only nine harmonics, and a high fundamental frequency around 1600 Hz. The calls 9 and 10 are single, compounded with one note where we find a bimodal distribution

of energy (Figure 5). Furthermore, the compounded calls are longer than single ones (0.87 ± 0.10 s $n=7$ versus 0.42 ± 0.01 s $n=2$, Figure 6) and the center frequencies are clearly distinct (1938 ± 53 Hz $n=8$ versus 517 ± 86 Hz $n=2$, Figure 7).

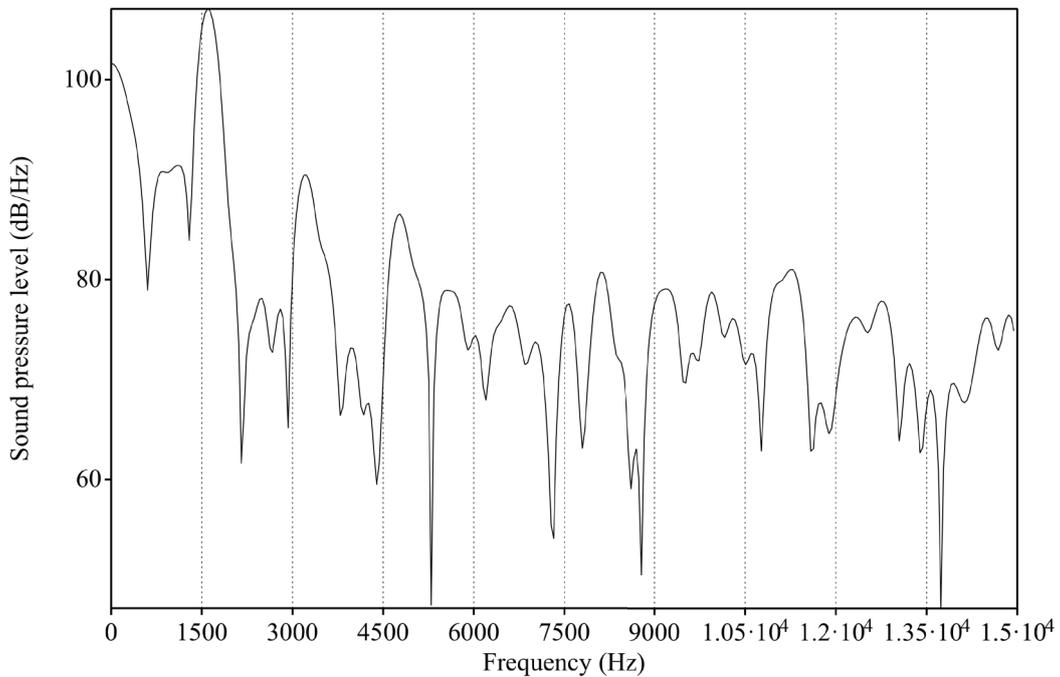


Figure 4.
Spectrum of call 4 at 7.25 seconds.

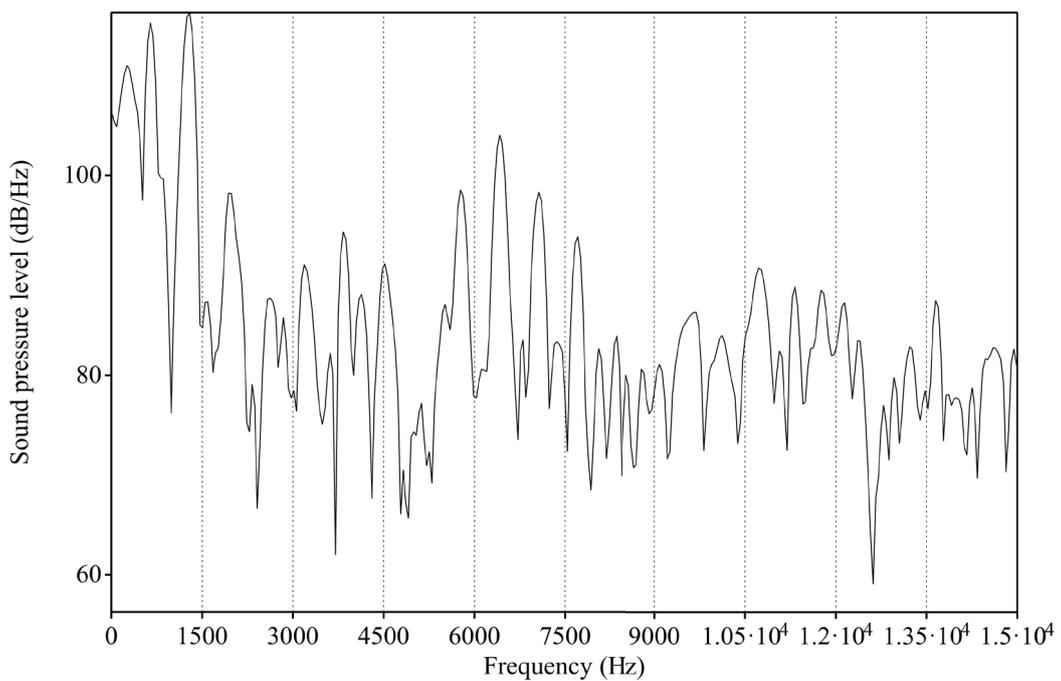


Figure 5.
Spectrum of call 10 at 14.9 seconds.

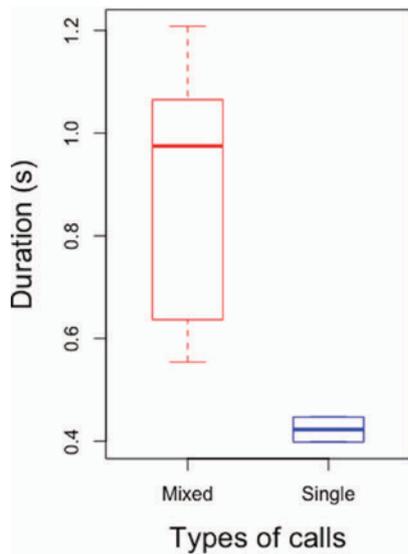


Figure 6.

Duration versus types of call.

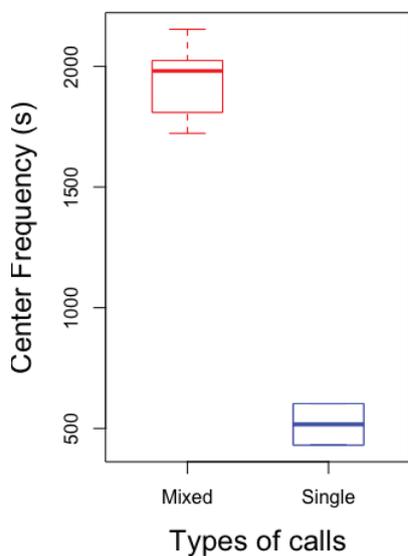


Figure 7.

Center Frequency versus types of call.

The spectrum structures present similarities with those of another Reptile of the Canary Islands: *Tarentola delalandii* (DUMÉRIL & BIBRON, 1836) (NETTMANN & RYKENA, 1985). It would be relevant to record the calls from other species of *Gallotia* and compare their structure with that of *G. c. gomerae*; the whole set of data could be used to investigate the phylogeny (Cox *et al.*, 2010) of the calls. Moreover, we still need to investigate if the variation in the calling structure is related to the interindividual differences.

Addendum : calls in MP3 format

Call 1: <https://observation.org/sound/9/88849.mp3>

Call 2: <https://observation.org/sound/0/88850.mp3>

Call 3: <https://observation.org/sound/1/88851.mp3>

Call 4: <https://observation.org/sound/2/88852.mp3>

Call 5: <https://observation.org/sound/3/88853.mp3>

Call 6: <https://observation.org/sound/4/88854.mp3>

Call 7: <https://observation.org/sound/5/88855.mp3>

Call 8: <https://observation.org/sound/6/88856.mp3>

Call 9: <https://observation.org/sound/7/88857.mp3>

Call 10: <https://observation.org/sound/8/88858.mp3>

Acknowledgements

Sincere thanks to Miguel Molina-Borja to have shared information about these species and for his good advices about this text, to Jean-Christophe Koenig, who helped us to translate German texts and to Christine Bedon who corrected our english. All calls will be sent on request.

References

- Audacity Team, 2018.** Audacity(R): Free Audio Editor and Recorder - Version 2.2.2 retrieved February 20th 2018 from <https://audacityteam.org>.
- Bioacoustics Research Program, 2014.** Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5). The Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- BISCHOFF W., 1998.** *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*. Band 6: Die Reptilien der Kanarischen Inseln, der Selvagens-Inseln und des Madeira Archipels. Wiesbaden, AULA.
- BOERSMA P. & WEENINK D., 2016.** PRAAT, doing phonetics by computer - Version 6.0.14, retrieved 11 February 2016 from <http://www.praat.org/>.
- BÖHME W., HUTTERER R. & BINGS W., 1985.** Die Stimme der Lacertidae, speziell der Kanareneidechsen (Reptilia: Sauria). *Bonner Zoologische Beiträge* 36(3/4): 337-354.
- CHARIF R.A., WAACK A.M. & STRICKMAN L.M., 2010.** Raven Pro 1.4 User's Manual - www.birds.cornell.edu/raven. The Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- COX S.C., CARRANZA S. & BROWN, R.P., 2010.** Divergence times and colonization of the Canary Islands by *Gallotia* lizards. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 56(2): 747-757.
- GANS C. & MADERSON P.F.A., 1973.** Sound producing mechanisms in recent Reptile. Review and Comment. *American Zoologist* 13(4): 1195-1203.
- KÖHLER J., JANSEN M., RODRÍGUEZ A., KOK P.J.R., TOLEDO L.F., EMMRICH M., GLAW F., HADDAD C.F.B., RÖDEL M.O. & VENCES M., 2017.** The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* 4251(1): 1-124.
- LEHRS P., 1910.** Studien über Abstammung und Ausbreitung in den Formenkreisen der Gattung *Lacerta* und ihrer Verwandten. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere* 28: 81-120.
- MOLINA-BORJA M., 1985.** Spatial and temporal behaviour of *Gallotia galloti* in a natural population of Tenerife. *Bonner Zoologische Beiträge* 36(3-4): 541-552.
- NETTMANN H.-K., RYKENA S., 1985.** Verhaltens- und fortpflanzungsbiologische Notizen über kanarische und nordafrikanische *Tarentola*-Arten. *Bonner Zoologische Beiträge* 36(3-4): 287-305.
- PIELOW N., 2017.** *Peterson field guide to bird sounds of eastern North America*. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.



Barranco del Agua, las Hayas.

RICHARD M. & THORPE R.S., 2001.

Can microsatellites be used to infer phylogenies? Evidence from population affinities of the Western Canary Island lizard (*Gallotia galloti*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 20(3): 351-360.

THORPE R.S., MCGREGOR D.P. & CUMMING A.M., 1993.

Population evolution of western Canary Island lizards (*Gallotia galloti*): 4-base endonuclease restriction fragment length polymorphisms of mitochondrial DNA. *Biological Journal of the Linnean Society* 49: 219-227.

VITT L.J. & CALDWELL J.P., 2014.

Herpetology - An introductory biology of Amphibians and Reptiles - Fourth edition. Academic Press, Elsevier.

Pour citer cet article :

SWIFT, O. & L. DELAMARE. 2019.

Redescription of calls of the Boettger's lizard, *Gallotia caesaris gomerae* (Boettger & Müller, 1914) from La Gomera, the Canary Islands, with the description of two different types of calls. *Plume de Naturalistes* 3 : 269-276.

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes :

www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

La reproduction du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) dans l'estuaire de l'Authie (Somme), entre 2005 et 2019

Par **Doriane BRENON, Shirley LAURENT, Philippe KRAEMER & Patrick TRIPLET**
Contact : patrick.triplet1@orange.fr

Résumé

Un suivi de reproduction des Gravelots à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) a été effectué entre 2005 et 2019 dans l'estuaire de l'Authie, à la Pointe de Routhiauville (commune de Fort-Mahon-Plage, département de la Somme). Il montre une diminution du nombre de nids observés et du nombre de nids éclos au cours des 15 dernières années, suivant la tendance des populations globales et européennes (IUCN 2015, 2016). Bien que les menaces principales pesant sur les nids soient issues de causes naturelles, les activités humaines peuvent également réduire le succès reproducteur en raison de leur effet cumulé dans la probabilité d'un échec. Des actions d'information et de protection ont été mises en place. Cependant, aucune différence significative n'a été observée tant au niveau du nombre de nids, du nombre d'éclosions que du taux d'éclosion entre les années avec des mesures et les années sans mesure, indiquant que des mesures plus



appropriées sont nécessaires. Au regard de l'état local de conservation et à l'échelle nationale, celles-ci doivent être prises pour tenter d'enrayer le déclin amorcé.

Mots clés : Gravelot à collier interrompu, *Charadrius alexandrinus*, reproduction, conservation.

Introduction

À l'instar d'autres espèces d'oiseaux nichant sur les hauts de plage, le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) présente un faible taux de succès de reproduction. En France, celui-ci est de 2,3 jeunes à l'éclosion par couple (MEEDDAT- MNHN, 2012) et le taux d'échec de la ponte et de l'incubation est de 39 % entre 1971 et 1985 (Lang & Typlot, 1985). Le taux d'éclosion a diminué en Basse-Normandie de 67 % dans les années 1970 à 44 % dans les années 1980 puis à 32 % en 2007 (Debout, 2009). Les causes de ces échecs sont les risques de submersion des nids, de prédation par des oiseaux (principalement corvidés et

laridés) ou par des mammifères (Renard *Vulpes vulpes*, Belette *Mustela nivalis*...), mais aussi les dérangements et les piétinements possibles des nids (Debout, 2009).

L'estuaire de l'Authie accueille des touristes et des pratiquants de sport de nature qui entrent en interaction avec la faune et la flore, et en particulier l'avifaune. La présence de ces activités récréatives peut être un frein au succès reproducteur des espèces fragiles comme le Gravelot à collier interrompu avec 13 % à 25 % des nids détruits en raison des activités humaines (Lang & Typlot, 1985). Dans l'estuaire de l'Authie, une petite population s'est installée au début des années 2000 et fait l'objet d'un suivi, d'intensité variable, depuis 2005. Ce suivi, accompagné, certaines années, de mesures de protection et/ou de sensibilisation, met en évidence les problèmes rencontrés localement par l'espèce et le risque important de disparition de l'effectif local. Cette note en expose les principales raisons réelles ou supposées.



© Jean-François CORNUET

Gravelot à collier interrompu
Juvénile étirant ses ailes

Matériel et méthodes

Présentation de l'espèce

Le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) (Figure 1) est présent sur les zones côtières d'Eurasie, d'Afrique du Nord et d'Amérique du Nord (Svensson et al., 2009). Il fréquente les estrans sableux, les zones de galets et de dunes aux paysages ouverts et à la végétation rare et peu couvrante (AlRashidi, 2016). Les arrivées sur les sites de reproduction ont lieu de mi-mars à mai (plan régional d'action en Basse Normandie 2010-2012). Les gravelots à collier interrompu se reproduisent de manières diverses (monogamie, polygamie, polygynie) (Lessells, 1984). Deux à trois œufs sont pondus dans une cuvette préparée par le mâle dans le sable, les galets ou la laisse de mer. Les poussins sont nidifuges et suivent leurs parents vers les sources de nourriture peu de temps après leur naissance (Szekely, & Cuthill, 1999). Les adultes peuvent simuler des blessures afin de détourner les prédateurs des jeunes (Gomez-Serrano & Lopez-Lopez, 2014). Fin octobre, la migration postnuptiale

conduit les oiseaux vers les rivages méditerranéens et d'Afrique de l'Ouest. Il est toutefois possible d'observer quelques individus en janvier sur la façade littorale (Groupe Ornithologique Normand, 2010).

Site d'étude

Le site d'étude se situe au sud de la Baie d'Authie au lieu-dit de la pointe de Routhiauville, sur la commune de Fort-Mahon-Plage, au sein de la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage Authie-Somme. La zone linéaire d'environ 3 km est constituée au nord d'une étendue immergée lors de fortes marées à la végétation composée de végétaux halophiles comme la Spartine (*Spartina anglica*), l'Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoïdes*), ou le Lilas de mer (*Limonium vulgare*). La partie du site d'étude faisant face à la Manche présente principalement deux habitats. La dune blanche de l'Atlantique (code Corine biotopes : 16.2121) est constituée de dépôts de sable apporté par le vent et présente une végétation dominée par l'Oyat (*Ammophila arenaria*) et l'Euphorbe



© Philippe KRAEMER

Figure 1.

Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) sur son nid

des dunes (*Euphorbia paralias*). La végétation annuelle des laisses de mer (code Corine biotopes : 16.12) forme une ceinture parallèle au littoral qui s'inscrit dans le trait de balancement des marées. Cette formation est caractérisée par une végétation composée d'espèces basses et annuelles croissant dans les résidus organiques et les déchets anthropiques rejetés par la mer. Ces deux milieux s'avèrent être des habitats favorables à la reproduction du Gravelot à collier interrompu.

Protocole de suivi de la reproduction

Les données ont été récoltées en fonction des années par un large panel d'acteurs. Ainsi les observateurs ont été des stagiaires et des agents de la Fédération des Chasseurs de la Somme, des services civiques de la Réserve Naturelle de la Baie de Somme, des agents du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale et des bénévoles de l'association Picardie Nature. Le suivi s'effectue à pied, le long des dunes blanches et de la laisse de mer. Il consiste en une prospection régulière de la zone d'étude, deux fois par semaine, afin de :

- Déterminer le nombre de couples : une fiche de terrain permet de recueillir toutes les informations : couple, mâle seul, femelle seule, mais également tout événement pouvant nuire au succès reproducteur de l'espèce.
- Déterminer le nombre de nids et leur devenir : chaque nid est cartographié et contrôlé afin de noter une éventuelle éclosion ou la disparition des œufs.
- Effectuer le suivi des jeunes afin de connaître leur devenir.
- Quantifier la fréquentation et les dérangements : sont relevés le

nombre de personnes et l'activité pratiquée, la présence ou non d'un chien et s'il est tenu en laisse ou non.

Afin de faciliter la prospection, le site est découpé en trois zones (Figure 2). La zone 1 s'étend du sud de l'estuaire de l'Authie au chemin dit « des gravelots ». La zone 2 s'étend du chemin dit « des gravelots » au sentier des pêcheurs. Enfin, la zone 3 s'étend du sentier des pêcheurs à la base nautique de Fort-Mahon-Plage. Au cours des quinze années de suivi la délimitation des zones de prospection a été modifiée. En effet, la zone 3 n'a été incluse dans le périmètre qu'à partir de 2017, les nids découverts dans l'actuelle zone 3 étaient précédemment annotés « hors zone » de 2010 à 2017, si les observateurs prospectaient plus loin le long de la plage.



Figure 2. Site d'étude de l'estuaire de l'Authie - Pointe de Routhiauville, au Nord de Fort-Mahon-Plage, et ses différentes zones

Traitements statistiques

Les traitements statistiques des données ont été effectués sur les logiciels Excel et R. La normalité des variables a été testée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk. Quand les résultats indiquent une répartition non normale, des tests statistiques non paramétriques sont réalisés.

Afin de déterminer la tendance des variations d'effectifs au cours du temps, les années et les dates sont définies comme des variables quantitatives non paramétriques. Des tests de corrélation

de Spearman sont conduits afin de vérifier la significativité de cette tendance. Ce test a également été utilisé pour analyser la corrélation entre des variables quantitatives lorsqu'au moins l'une d'entre elles ne présentait pas une répartition normale des données.

Pour déterminer si les moyennes des variables étaient égales, un test de Student a été utilisé lorsque les deux variables étaient distribuées de manière normale. Dans le cas de variables dont les valeurs ne suivent pas une loi normale, un test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été effectué.



© Jean-François CORNUET

Gravelot à collier interrompu
Mâle adulte en plumage d'été

Résultats

Le nombre maximum de nids a été observé en 2006 avec 47 nids, tandis que le minimum a été observé en 2018 avec 2 nids. La moyenne s'établit à 20 ± 14 nids par an ($n = 15$). Le maximum de nids éclos a été observé en 2005 (17 nids) et le minimum en 2017 et en 2018 avec 5 et 2 nids et aucune éclosion recensée. Le taux d'éclosion est compris entre 0 % et 53 %, avec une moyenne de 16 % (± 16 ; $n = 15$). Le nombre de nids observés (Figure 3) est en diminution significative depuis 2005 (Spearman, p -value = 0,004, $\rho = -0,702$). Le nombre de nids éclos n'est pas en diminution de manière significative au cours des 15 dernières années (Spearman, p -value = 0,054, $\rho = -0,507$).

Les données sur le nombre de jeunes à l'éclosion et à l'envol sont manquantes pour les années 2005, 2006 et 2008. Les données d'éclosions sont manquantes pour 2011 et 2013, et les données d'envol sont manquantes pour 2016. Le nombre de jeunes à l'éclosion a été le plus important en 2015 et aucun jeune n'est noté en 2007, 2012, 2017 et 2018. Le plus grand nombre de jeunes vus à l'envol a

été dénombré en 2011 et 2014 avec 3 jeunes. En revanche, aucun envol n'est noté en 2009 et en 2016 (Figure 4). Les tendances pour le nombre d'éclosions (Spearman, p -value = 0,74) et le nombre à l'envol (Spearman, p -value = 0,72) ne sont pas significatives sur les quinze années de suivis.

Les dates précises de ponte ne sont disponibles qu'à partir de 2009. Les dates de découverte du premier œuf, correspondant à la date du début de ponte, de 87 nids ont été relevées pour les années 2009, 2011, 2012, 2013, 2016, 2017 et 2019. Le nombre moyen de nids découverts avec un premier œuf varie d'une décade à une autre (Kruskal-Wallis, p -value = 0,024). La diminution du nombre de nids découverts avec un premier œuf au cours du printemps est significative (Spearman, p -value = 0,009, $\rho = -0,768$). Du 15 avril au 20 juin, toutes années confondues, 9 à 17 nids ont été découvert par décade. Le nombre maximum de nids est atteint en troisième décade de mai. À partir de la troisième décade de juin, le nombre de nids avec un premier œuf observés est inférieur à 7. Aucun nid n'a jamais été observé après la première décade de juillet (Figure 5).

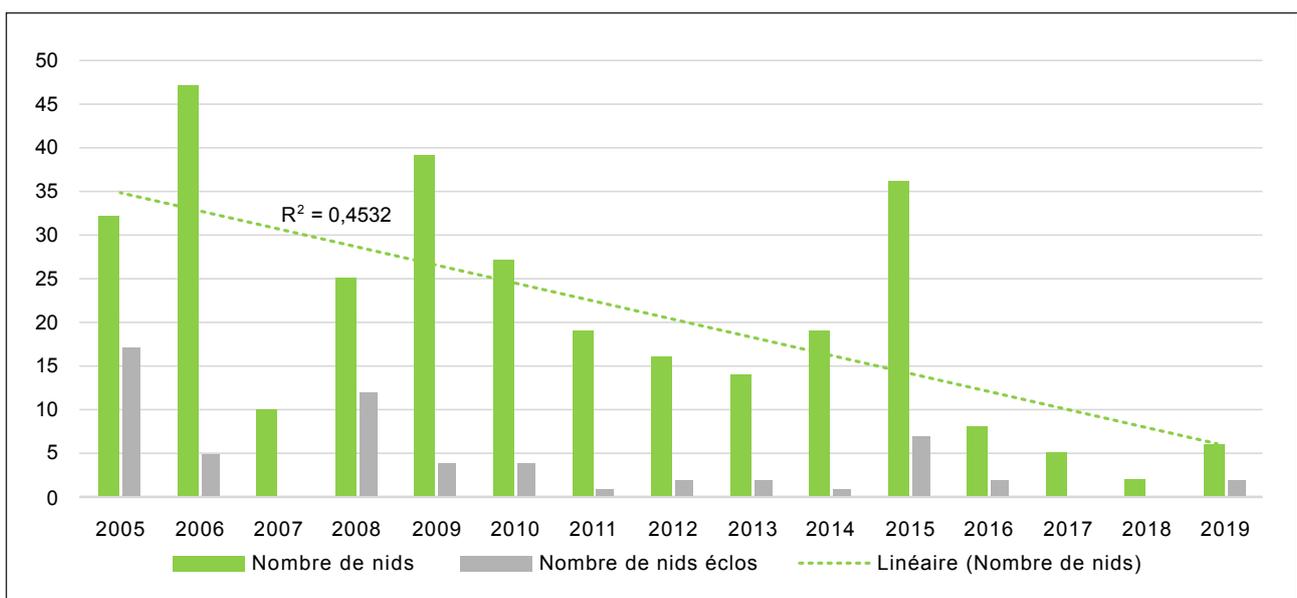


Figure 3.

Effectifs des nids observés et des nids éclos entre 2005 et 2019

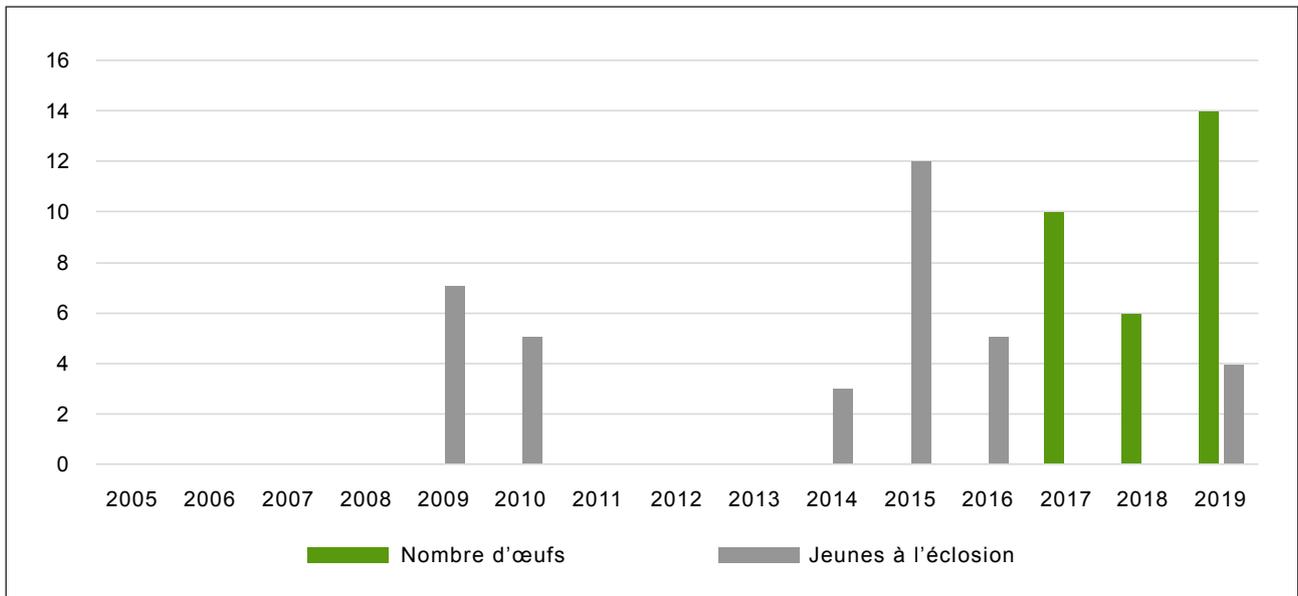


Figure 4. Nombre de jeunes à l'éclosion et à l'envol entre 2005 et 2019. Données manquantes pour l'éclosion : 2005, 2006, 2008, 2011 et 2013. Données manquantes pour l'envol : 2005, 2006, 2008, 2016

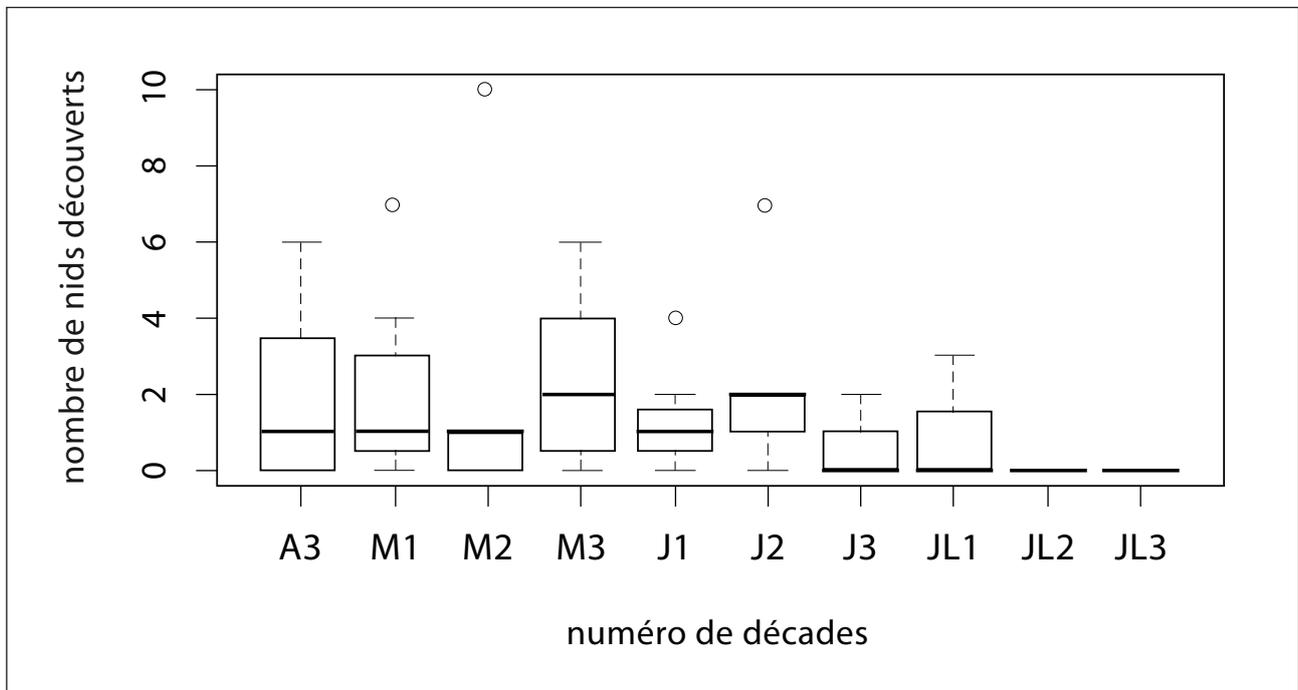


Figure 5. Nombre de pontes par période au cours de la reproduction. A3 : du 15 au 30 avril ; M1 : du 1er au 10 mai ; M2 : du 11 au 20 mai ; M3 : du 21 au 31 mai ; J1 : du 1er au 10 juin ; J2 : du 11 au 20 juin ; J3 : du 21 au 30 juin ; JL1 : du 1er au 10 juillet ; JL2 : du 11 au 20 juillet ; JL3 : du 21 au 31 juillet



Au total, 66 % des nids ont été trouvés dans la zone 2, 20 % en zone 1 et 14 % en zone 3. Aucune différence significative dans le pourcentage de nids présents en zones 1 et 3 n'a été observé sur l'ensemble du suivi (Wilcoxon, p-value = 1). Le pourcentage de nids en zone

2 a diminué de manière significative (Spearman p-value = 0,011, rho = - 0,857) au profit du pourcentage de nids observé en zone 3 (Spearman p-value = 0,0194, rho = 0,718). La zone 1 ne présente pas de nids de Gravelot à collier interrompu pour les années 2017 et 2019 (Figure 6).

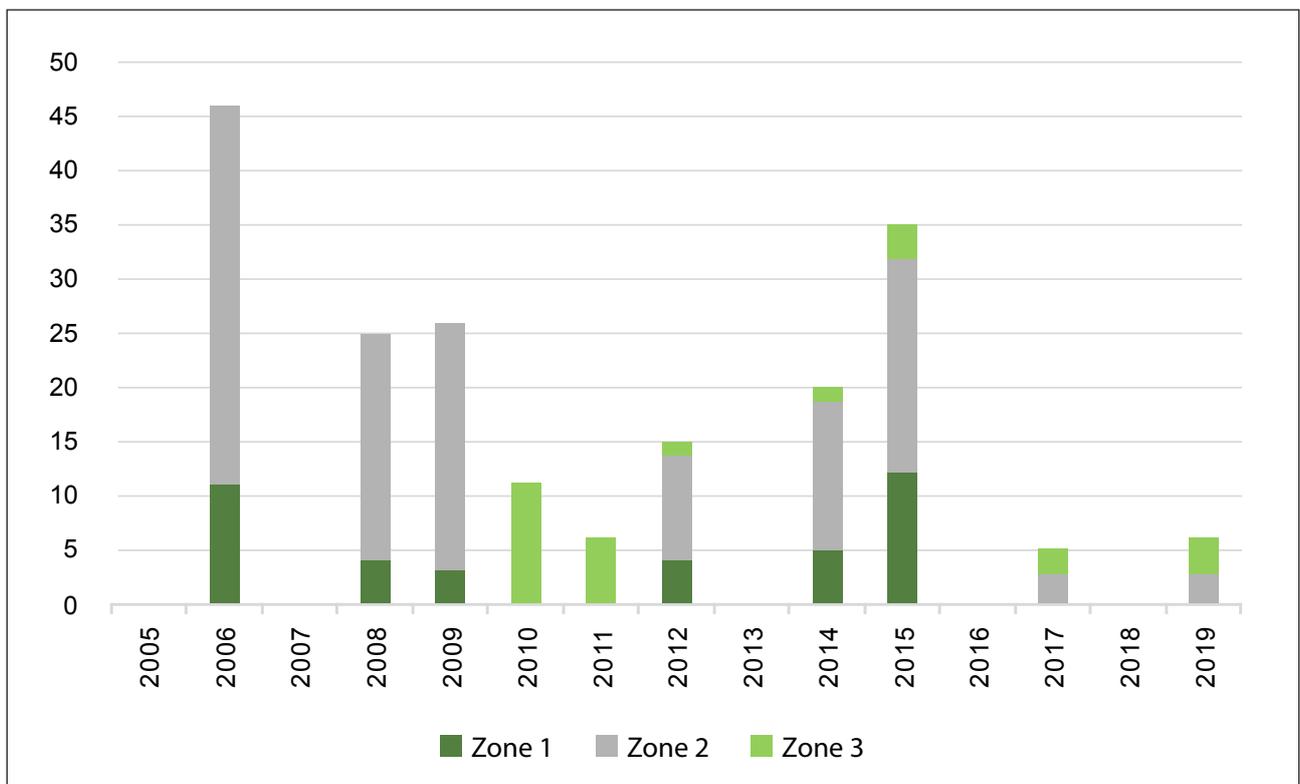


Figure 6. Nombre de nids observés dans les différentes zones du suivi en fonction des années

On constate que 59 % des nids se situent sur la plage, 22 % au pied des dunes et 19 % sur la laisse de mer. La plage est l'habitat le plus utilisé avec un pourcentage d'utilisation significativement différent des dunes et de la laisse de mer (Student, p-values = 0,004 ; p-value = 0,0009). Au cours des années un nombre moins important de

nids a été observé sur la plage (Spearman, p-value = 0,0392, rho = - 0,6). Cependant, les pourcentages d'utilisation des biotopes pour la nidification ne montrent pas de variations au cours des années (Spearman p-value dune = 0,534, p-value plage = 0,067, p-value laisse de mer = 0,234) (Figure 7).

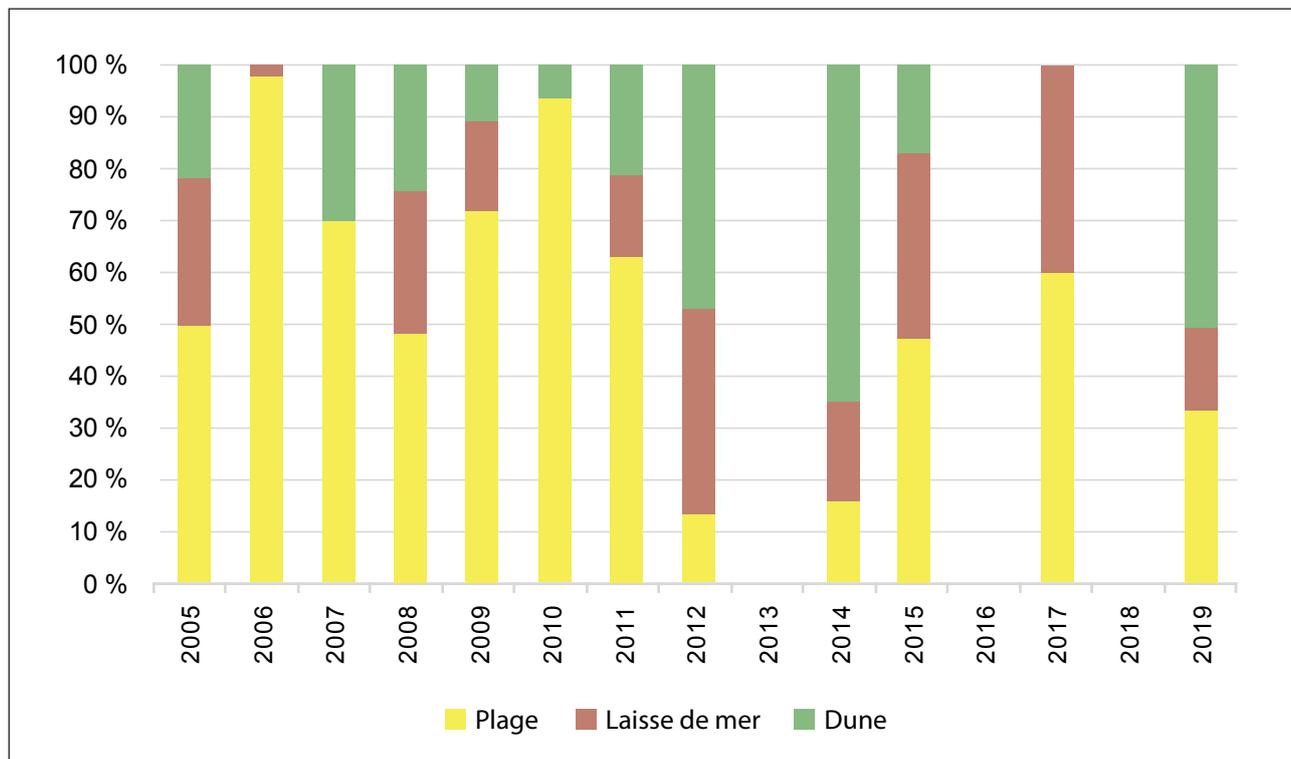


Figure 7.

Habitats utilisés (en pourcentage) pour la nidification du Gravelot à collier interrompu en fonction des années





Au total 314 nids ont été suivis entre 2005 et 2019. La prédation est à l'origine de la perte de 114 d'entre eux. Les principaux prédateurs sont des laridés (Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus*, Goéland argenté *Larus argentatus*), la Corneille noire (*Corvus corone*), mais aussi des mammifères, et surtout le Renard roux (*Vulpes vulpes*). Les éclosions et la submersion représentent

chacun 19 % des cas de perte des nids. Enfin, le devenir inconnu des nids (18 %) peut être également dû à des cas de prédation, de submersion ou de destruction mais qui n'ont pas pu être clairement identifiés, notamment à cause de l'effacement des traces dû aux précipitations, ou tout simplement car aucune observation n'a été réalisée à ce moment-là (Figure 8).

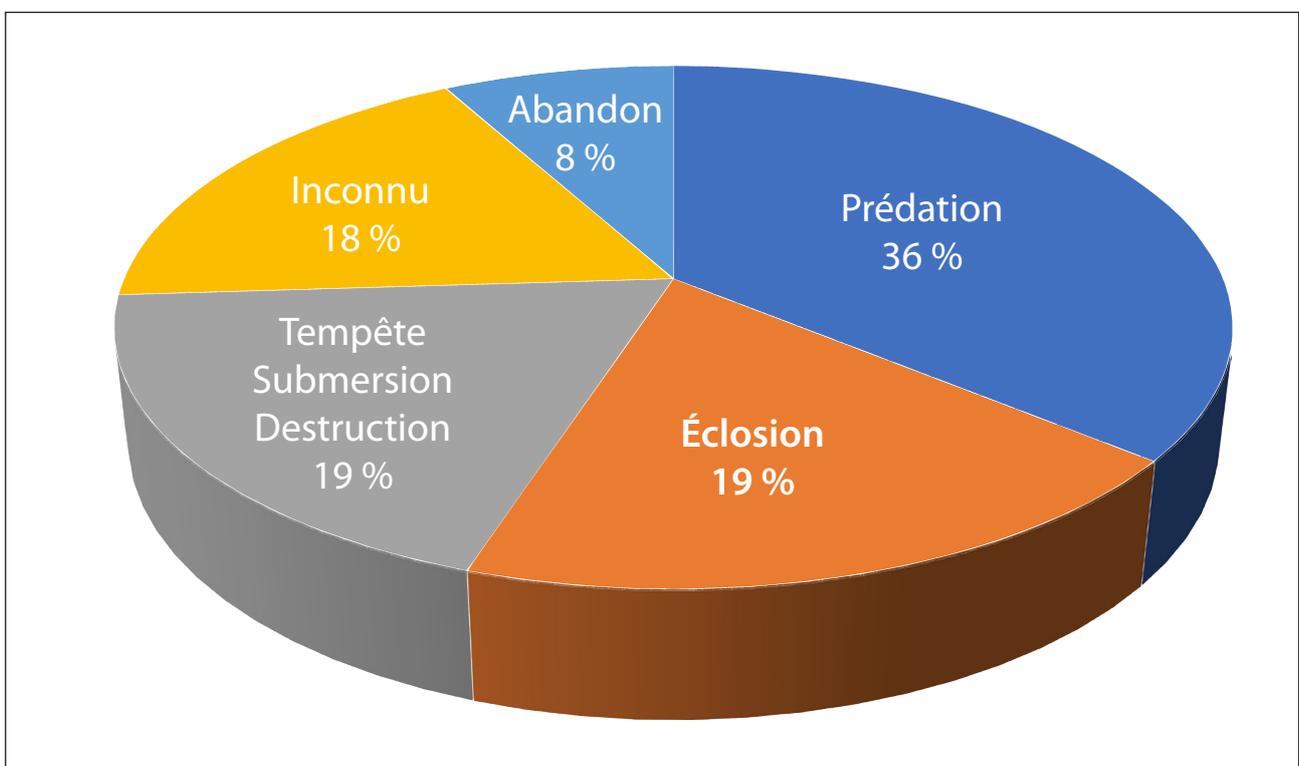


Figure 8.
Devenir des nids observés entre 2005 et 2019

La fréquentation de la plage a été étudiée entre 2012 et 2015 (Figure 9). L'activité la plus pratiquée est la marche (77,6 % des activités observées). L'équitation est notée dans 14,6 % des cas. La fréquentation du site est plus importante lors des vacances scolaires, des weekends et des jours de beau temps. Ainsi, en 2015 et en semaine, 10 personnes en moyenne entraient sur le site par heure, mais ce nombre passe à 23,5 personnes lors des weekends et jours fériés et jusqu'à 34 personnes par heure lors des vacances scolaires. Sur les 87 dérangements observés de 2012 à 2015, la majorité ont été provoqués par des piétons (93,1 %), et 25,7 % des piétons provoquant un dérangement étaient accompagnés d'un chien (données regroupées de 2012 et 2013). Quatre abandons ont été observés, soit 4,59 %

des dérangements. Ceux-ci n'ont pas été observés en zone 3 au cours du suivi car cette partie de la plage n'avait pas encore été comprise dans le périmètre d'étude. La zone 2 présente la part la plus importante des dérangements (77,6 %). On observe également une différence dans la durée d'existence, c'est-à-dire la durée comprise entre l'observation d'un premier œuf dans un nid et la perte ou éclosion du nid, entre les zones 1 et 2. En effet, la zone 1, avec peu de dérangements, présente des nids d'une durée d'existence moyenne de 18 jours, tandis que la zone 2 a des nids d'une durée d'existence moyenne de 6,5 jours. Les zones de reproduction ont été délimitées de 2008 à 2017 à l'aide de piquets et de panneaux explicatifs afin de réduire les activités humaines autour des nids et ainsi de réduire la probabilité de leur

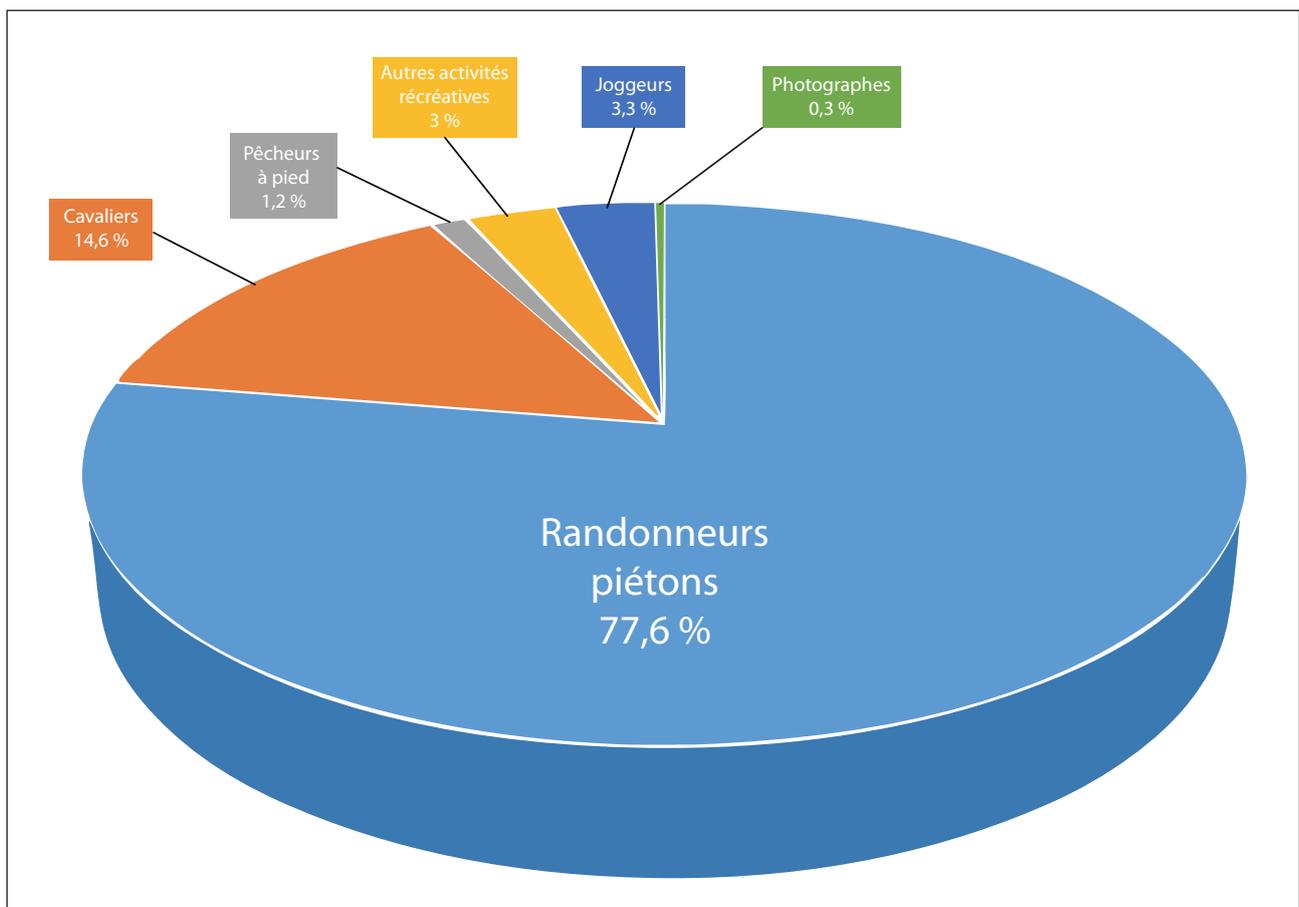


Figure 9. Activités humaines pratiquées, en pourcentage, sur la pointe de Routhiauville

destruction. Les espaces de nidification sont donc restés sans protection pour les années 2005, 2006, 2007, 2018 et 2019. Aucune différence significative n'a été trouvée dans le nombre de nids observés (Student, p-value = 0,886), le nombre

de nids éclos (Wilcoxon-Mann-Whitney, p-value = 0,901) et le taux d'éclosion (Wilcoxon-Mann-Whitney, p-value = 0,951) entre les années avec le balisage de la zone de reproduction et les années sans balisage (Figure 10).

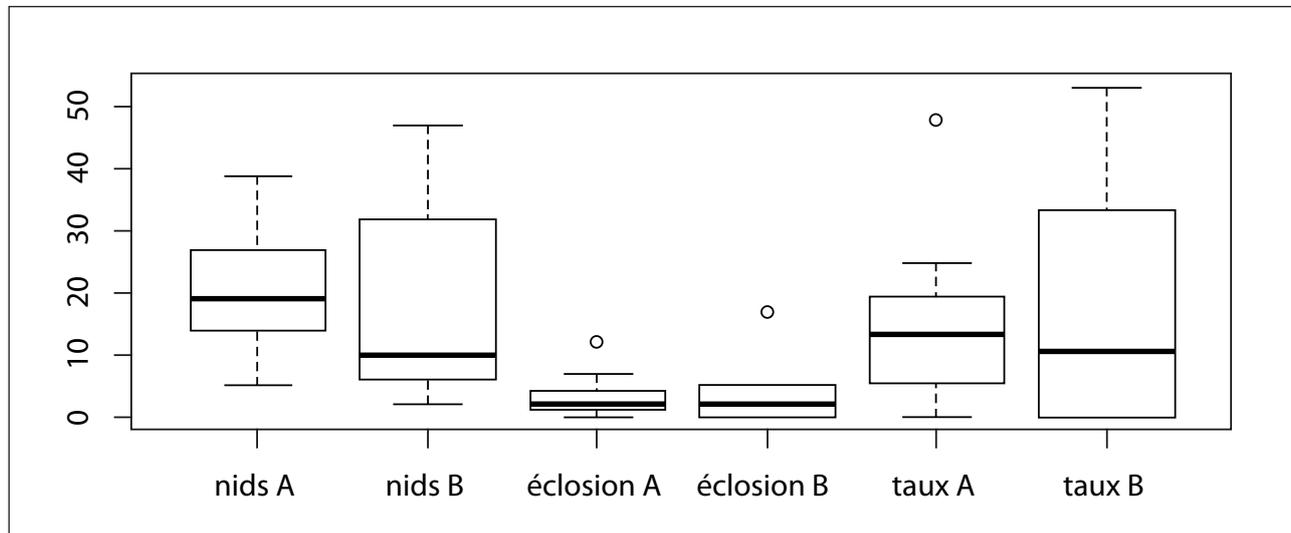
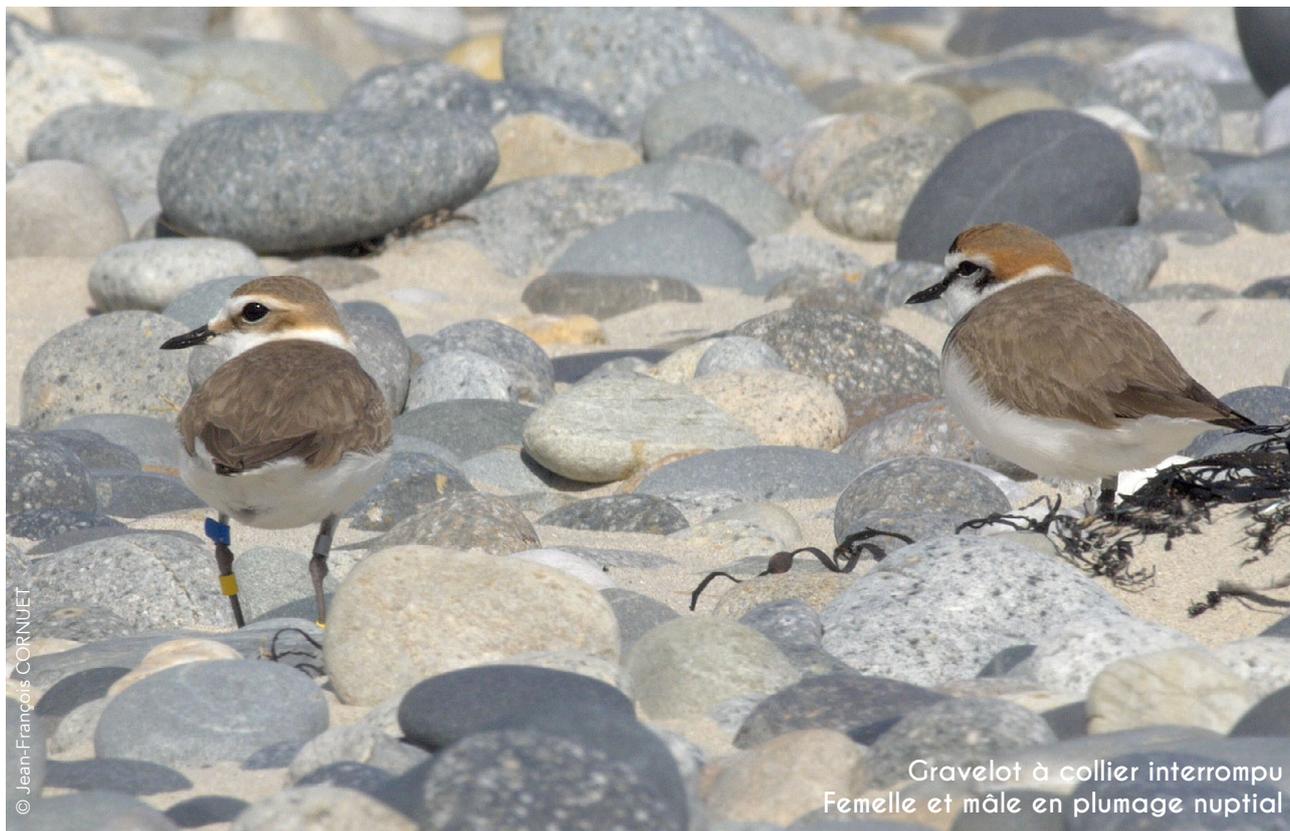


Figure 10.

Nombre de nids, d'éclosions et taux d'éclosion des gravelots à collier interrompu sur la pointe de Routhiauville avec présence de balisage de la zone de reproduction (A) et sans balisage (B).



Discussion

La période de reproduction du Gravelot à collier interrompu dans l'estuaire de l'Authie s'étend de mi-avril à mi-juillet, ce qui correspond aux données de la littérature (MEEDAT – MNHN, 2012). Peu de nids observés vont jusqu'à l'envol des jeunes en raison de l'afflux de visiteurs dès le début des vacances d'été.

Le nombre de nids et le succès reproducteur ont diminué, tout comme la tendance européenne et mondiale (IUCN, 2015 - 2016). Le taux moyen d'éclosion est de 16 % avec en moyenne 4 (± 4 ; $n = 15$) nids éclos par an. Cette valeur est faible en comparaison de la capacité du site puisque jusqu'à 17 nids ont pu éclore au cours d'une même année. La diminution du nombre de nids peut s'expliquer par différents facteurs. Le déclin global des effectifs conduit à celle du nombre de couples s'installant localement. De plus, la destruction des cuvettes par des causes naturelles et par les activités humaines peut retarder les couvaisons et ainsi ne permettre qu'une seule nidification par an plutôt que deux.

Le suivi des poussins puis des juvéniles au cours de l'étude n'a pas été homogène. Trois et cinq années de suivi sont respectivement manquantes pour le nombre de poussins à l'éclosion et à l'envol. Les analyses sont donc difficilement concluantes. Un protocole standardisé et des observateurs de bon niveau chaque année permettraient d'éliminer ce biais.

Les causes naturelles de pertes des nids sont les principales menaces pesant sur le Gravelot à collier interrompu. Cependant, les activités humaines induisent une part de destruction des nids. Les piétons et les

cavaliers peuvent arriver sur la plage par de nombreuses entrées dans les dunes. Ces passages non officiels au travers de la zone de reproduction augmentent les risques de destruction et d'abandon de nids puisque près d'un quart d'entre eux se situent au pied des dunes. Les résultats montrent des pourcentages constants dans l'utilisation des différents biotopes (pied de dune, plage et laisse de mer), malgré une diminution significative du nombre de nids observés sur la plage. Cette contradiction des résultats peut s'expliquer par une variation forte des pourcentages d'une année à l'autre. De plus, le faible nombre de nids observés lors des dernières années du suivi peut induire une fausse représentativité des préférences de biotopes pour la nidification du Gravelot à collier interrompu.

La zone 2 abrite la part la plus importante des nids sur le site et la zone 3 recense un nombre croissant de nids. Ce déplacement de la nidification vers la zone 3 peut être problématique. En effet, la fréquentation est la plus importante sur les zones 2 et 3, lesquelles sont les plus proches de la ville de Fort-Mahon-Plage. Il est donc logique que les dérangements se produisent en plus grand nombre dans ces zones en raison d'une densité plus forte d'oiseaux et d'humains. Les données relatives à la fréquentation et aux dérangements ne sont pas complètes mais on peut considérer que les quatre années de suivi concernées sont une représentation de la situation annuelle. Toutefois la mise en évidence de changements de comportement sur le site n'est pas possible en raison de l'acquisition non homogène des données. En prenant en considération les effectifs nationaux et locaux actuels du Gravelot à collier interrompu, la perte de nids due aux activités humaines, même minoritaire par rapport aux autres causes de mortalité

des nids, peut avoir un impact important sur la population. On peut rapprocher cette hypothèse des résultats obtenus par Pakanen et al. (2016), qui ont observé le déclin d'une petite population de Bécasseau variable (*Calidris alpina*) en raison d'une diminution minime du succès reproducteur occasionné par du pâturage.

Afin d'augmenter le succès reproducteur sur le site, un encadrement des activités humaines est possible. Ainsi, une aire protégée temporaire, marquée par des piquets, a été délimitée par arrêté préfectoral pour détourner les passages humains de 2008 à 2017. Ce dispositif a été couplé à la mise en place de panneaux explicatifs et de sensibilisation (limitation des déplacements en haut de plage, interruption des ramassages de déchets dans la laisse de mer en période de reproduction, limitation du piétinement équin de la laisse de mer et du vagabondage de chiens dans celle-ci, et toute autre activité susceptible de déranger l'espèce. De l'information et de la sensibilisation ont également été faites au travers de la presse locale et de reportages télévisés. Enfin, des interventions en salle ont été faites auprès de l'école primaire de Fort-Mahon-Plage dans le cadre du projet d'Aires Marines Éducatives (AME) en partenariat avec le Parc Naturel Marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. Cependant, les résultats ne montrent pas de différence dans le succès reproducteur, que des mesures aient été mises en œuvre ou pas. Cela peut s'expliquer par des intrusions malgré la mise en place de la signalétique ainsi que par l'absence de personnel assurant une information et une sensibilisation directe sur le site. La présence de personnes en charge de la sensibilisation serait d'autant plus efficace si elle était renforcée par l'intervention régulière d'agents pouvant exercer, si

nécessaire, des actions de police. Les dates de mise en place de l'aire protégée temporaire sont également importantes. Elles ont varié, selon les années, entre le 1^{er} avril et le 30 juin ou du 5 mai à la fin du mois de juillet. La période de nidification est comprise entre le 15 avril et le 10 juillet mais les semaines précédentes et suivantes sont utiles à l'oiseau pour son cantonnement puis pour la surveillance des poussins. Une prolongation de la durée de la mise en place de l'aire protégée temporaire peut donc être envisagée de début avril à fin juillet, afin d'assurer une protection sur l'ensemble de la période de reproduction, malgré la pression touristique allant croissant entre juillet et août. L'augmentation de la zone de reproduction du Gravelot à collier interrompu dans l'estuaire de l'Authie sur la zone 3 doit également être surveillée car elle est très proche de Fort-Mahon-Plage.

Bien qu'un renforcement des mesures envers les dérangements soit une réponse, les causes naturelles de destruction des nids ou des couvées restent très impactantes et peuvent compromettre l'avenir des oiseaux sur le site. Des actions d'effarouchement et, si nécessaire, de contrôle des prédateurs, peuvent être menées afin de limiter les pertes d'œufs et de poussins.

Remerciements

Nos sincères remerciements vont aux agents et stagiaires de la Fédération des Chasseurs de la Somme, aux agents et services civiques de la Réserve Naturelle de la Baie de Somme, aux agents du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale et des bénévoles de l'association Picardie Nature qui ont permis l'acquisition des données du suivi de Gravelots à collier interrompu dans l'estuaire de l'Authie au cours des quinze dernières années.



© Jean-François CORNUET

Gravelot à collier interrompu
Mâle adulte en plumage nuptial

Bibliographie

AIRASHIDI M., 2016. Breeding biology of the Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* in the Sabkhat Al-Fasl Lagoons, Saudi Arabia (Aves: Charadriiformes). *Zoology in the Middle East*.

DEBOUT G., 2009. Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* en Basse-Normandie : écologie, biologie de la reproduction, évolution du statut. *Alauda*, 77, 1-19.

GÓMEZ-SERRANO M.Á. & LÓPEZ-LÓPEZ P., 2014. Nest site selection by Kentish Plover suggests a trade-off between nest-crypsis and predator detection strategies. *PLoS ONE*, 9(9), e10712.

GROUPE ORNITHOLOGIQUE NORMAND, 2010. Plan régional d'actions, gravelot à collier interrompu en Basse-Normandie 2010-2012 – Document de Présentation, 28pp.

IUCN BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2015. *Charadrius alexandrinus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015.

IUCN BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2016. *Charadrius alexandrinus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016.

LESSELLS C. M. 1984. The mating system of Kentish Plovers *Charadrius alexandrinus*. *Ibis*, 126 (4) : 474-483.

MEEDAT-MNHN 2012. Cahiers d'Habitat « Oiseaux », Gravelot à collier interrompu, *Charadrius alexandrinus*.

PAKANEN V.-M, AIKIO S., LUUKKONEN A. & KOIVULA K. 2016. Grazed wet meadows are sink habitat for the southern dunlin (*Calidris alpina schinzii*) due to nest trampling by cattle. *Ecology and Evolution*,

6(20), 7176-7187

SVENSSON L., MULLARNEY, K. & ZETTERSTROM D. 2009. *Le guide ornitho. Les guides du naturaliste*. Delachaux & Niestlé., 447p.

SZÉKELY T., & CUTHILL, I.C. 1999. Brood desertion in Kentish Plover: the value of parental care. *Behavioural Ecology*, 10, 191–197.

Pour citer cet article :

BRENON D., LAURENT S.,

KRAEMER P. & TRIPLET P. 2019.

La reproduction du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) dans l'estuaire de l'Authie (Somme), entre 2005 et 2019.

Plume de Naturalistes 3 : 277-290.

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes*:

www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510



Poèmes



Illustration : Aurélie Pourriau

AP_2018

PLUME DE NATURALISTES

numéro 3
déc. 2019

SOMMAIRE

Chant de nuit ou coup de nuit meusien

par Philippe FAVRE

p. 293

Panser l'hiver comme plaît à l'âme

par Michel Barataud

p. 294

Le chant des bois

par Michel Barataud

p. 295



Carline sèche
Dessin : © Michel JAY

Chant de nuit ou Coup de nuit meusien

à Monsieur Charles

Par Philippe FAVRE

Nuit d'écoute au bois de Verdun
Là-bas, non loin de l'ossuaire,
Chassent les premiers grands murins
En ignorant le Centenaire.

Sauf peut-être cette Savi,
Loin des chaleurs caniculaires,
Module ici à fond ses cris
À la façon de Baudelaire :

*Aujourd'hui l'espace est splendide !
Sans mors, sans éperon, sans bride,
Partons à cheval sur le vin
Pour un ciel féérique à Verdun !*

À la Sainte Audrey 2014



Panser l'hiver comme plaît à l'âme

Par Michel BARATAUD

L'horizon découpe sur le couchant
La sombre silhouette fractale
De l'arbre qui sur le ciel étale
Sa ramure dénudée par le temps

L'air ne résonne plus du bruissement,
Léger comme une jupe qui s'emballe
Dans le tourbillon d'un printemps idéal,
Du tendre feuillage caressé par le vent

Tels des flocons ascendants
Mes pensées hivernales
Agrippent de leurs bras de cristal
Les rameaux du chêne frissonnant

Ce feuillage fugace et transparent,
Qui ravive le souvenir pâle
D'une sève ivre d'un festin frugal,
N'est qu'une illusion de vie sans battement

Mais l'oiseau de sa gorge rouge sang
Lance ses trilles en cascade pluviale
Evapore de son chant mes pensées bancales
Et fait de l'arbre mort le socle d'un amant



Le chant des bois

Par Michel BARATAUD

Le sol bruit de l'eau qui sourd, gorgé par les pluies printanières
Il s'échauffe, exhale des parfums musqués de taupes, de nymphes impatientes
L'humus réveille ses troupes de grignoteurs de litière
Il a faim de cette couverture d'hiver
Des racines on n'entend qu'un fourmillement
On devine un monde de succions, de fusions

A l'étage, rien ne frissonne encore, la voilure n'est qu'embryon
Les rameaux projettent leur nudité sur les nuées capricieuses de mars
Découpent la brise en chuintements, persiflage des cimes
La nonnette sonne l'aube de pirouettes sifflées
Houspille le hêtre encore transi
Appelle l'éclosion de ce vert tendre qui allumera le sous-bois

La vue est encore superflue
Les mouvements sont engourdis, les couleurs au berceau
Tout est son, vibration des flux d'air sur les plumes et de sève sous l'écorce
Derniers grignotements des larves dans le bois, picotements des métamorphoses
Cela passe par les tympans, la peau, la chair de poule
Joue de l'archet sur les nerfs, du tambour dans les artères

Sourd de naissance ou happé par des tintements éphémères
Celui dont l'âme est en coupe rase abat son chant de la terre

Combeauvert, 8 mars 2019



PLUME DE NATURALISTES



La nature en littérature



© Michel BARATAUD

numéro 3
déc. 2019

SOMMAIRE

La Chauve-souris dans la littérature

présenté par : Philippe Favre

p. 297

Jean GIONO.

Le chant du monde.

présenté par : Michel Barataud

p. 319

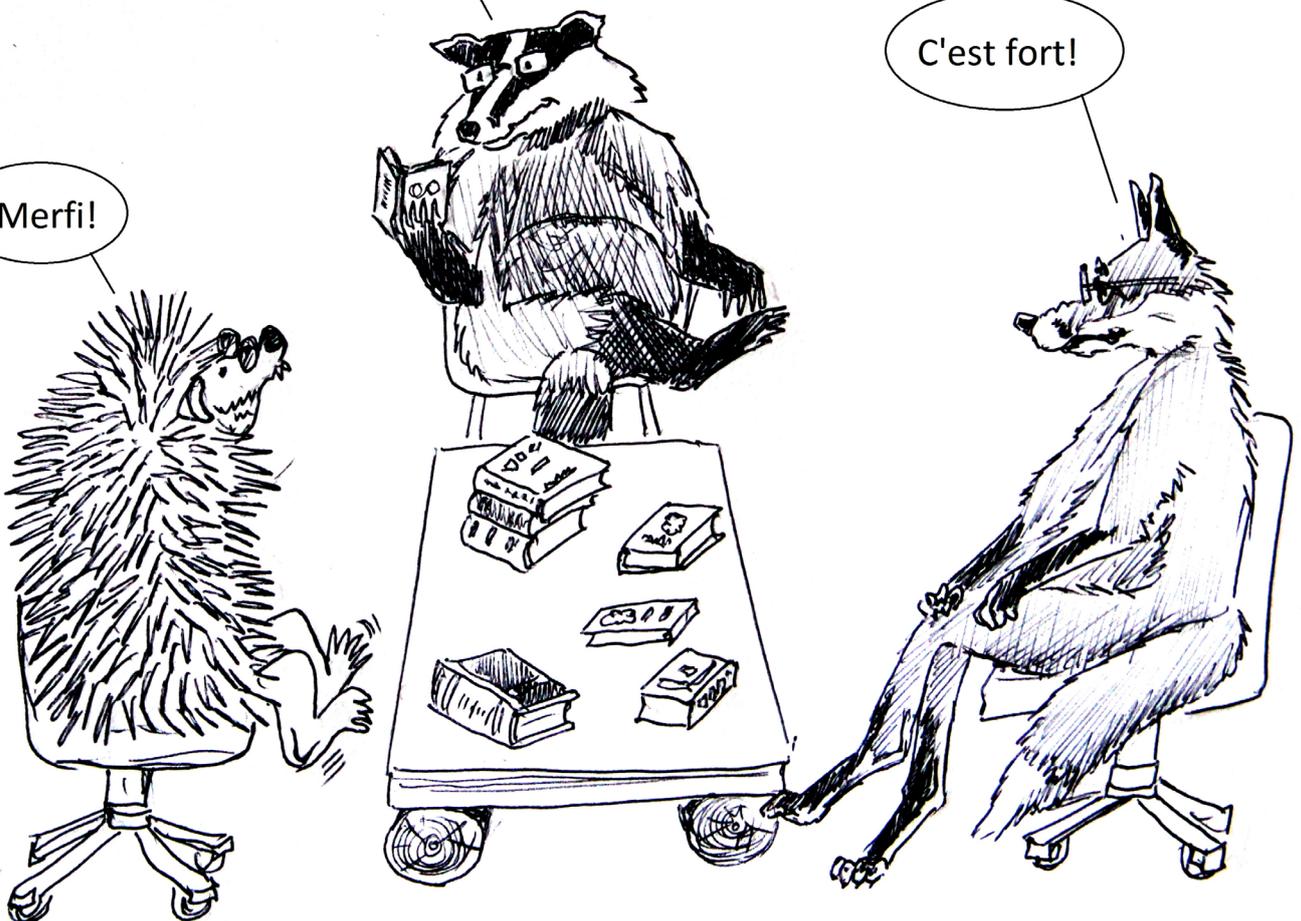
...et là, page 64, cette phrase glaçante: "Alors, allongé sur le macadam, je vis foncer vers moi, les deux soleils de la nuit."

C'est terrible!

Prenez un chewing-gum !

Merfi!

C'est fort!



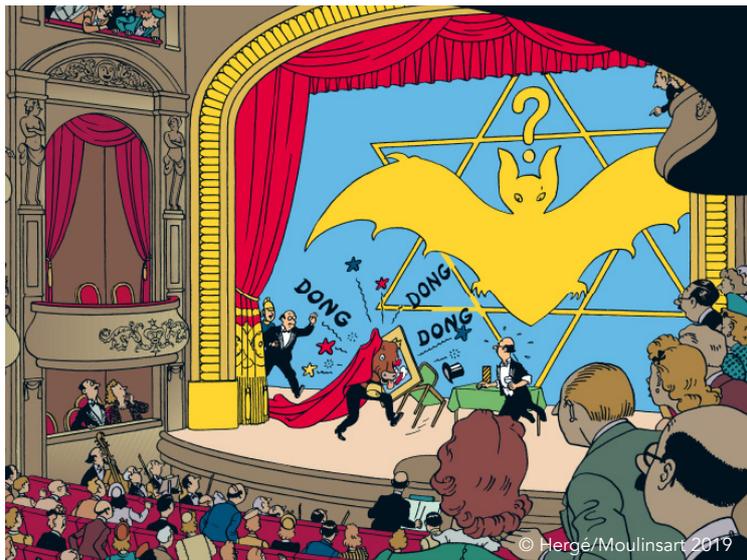
La Chauve-souris dans la littérature

Par Philippe Favre

Une histoire d'amenée s'impose : celle, enfant, de ma première rencontre avec une chauve-souris. Elle se trouve dans mes lectures de *Tintin* ! Tu te souviens, ô Lecteur ! de cette scène, pour ne pas dire Cène, imaginée par Hergé dans *Les Sept boules de cristal*, où le Capitaine Haddock veut changer l'eau en vin parce qu'il l'a vu faire au théâtre... et recrache son eau devant le célèbre Reporter à la houppe !

Que voit-on sur le fond de cette belle scène de théâtre où le prestidigitateur est soudain dérangé par le branle-bas de combat du célèbre marin qui se retrouve avec une tête de vache sur la tête ? Je vous le demande en mille ? « Mille milliards de mille sabords » :

une **Chauve-souris** !



extrait de l'album de Tintin « Les 7 Boules de cristal » page 16 vignette B

Mais pas seulement : **une chauve-souris dans une étoile à six branches** ?! qui est celle de *David* ! Comme chacun sait Georges Rémi dessinait des représentations existantes... Que savait-il donc sur ce sujet ?

Eh bien ! que la **Chauve-souris est l'oiseau de Jésus** ! Et c'est, quelques années plus tard, que m'apparaît enfin une piste dans ma lecture des *Mille nuits et une nuit*, - Hergé l'avait-il lu ?

Ce recueil de la tradition orale des *Contes du berceau de la poésie* : le Moyen-Orient et qui a servi depuis la nuit des temps à l'éducation des enfants du Monde Musulman, commence ici cette mise au proche des **Filles de la nuit dans la littérature** où, volontairement et par choix, ne seront soumis à ta lecture, ô Lecteur, que des extraits de livres lus se trouvant dans ma bibliothèque. Livres ayant fait l'épreuve du temps pour la plus grande part :

[... Elle répondit : « Le Korân est composé de cent quatorze sourates ou chapitres, dont soixante-dix ont été dictées à La Mecque et quarante-quatre à Médine. Il est divisé en six cent vingt et une divisions, appelées « aschar », et en six mille deux cent trente-six versets. Il renferme soixante dix neuf mille quatre cent trente-neuf mots, et trois cent vingt trois mille six cent soixante-dix lettres, à chacune desquelles sont attachées dix vertus spéciales. On y trouve cité le nom de vingt-cinq prophètes : Adam, Noh, Ibrahim, Ismaïl, Isaac, Yâcoub, Youssef, El-Yosh, Younès, Loth, Saleh, Houd, Schoaïb, Daoud, Soleïman, Zoul-Kefel, Edris, Elias, Yahia, Zacharia, Ayoub, Moussa, Haroun, Issa [Jésus] et Mômhammad (sur eux tous la prière et la paix !). on y trouve le nom de neuf oiseaux ou animaux ailés : le moustique, l'abeille, la mouche, la huppe, le corbeau, la sauterelle, la fourmi, l'oiseau ababil et **l'oiseau d'Issa** (sur lui la prière et la paix !) qui n'est autre que **la chauve-souris**.]



Le bain turc ; INGRES
© photo Philippe Favre

LES MILLE NUITS ET UNE NUIT
Histoire de la docte Sympathie
Deux cent soixante-dix-huitième nuit, p276
(Bouquins, Robert Laffont)
Traduction de Joseph Charles MARDRUS

Mais aussi dans un registre nouveau à propos d'une chaude houri endormie :

[... Lorsque le kâdi fut arrivé, Al-Rachid lui dit : « O Abi-Youssouf, dis-moi ce que peut bien être cette tache-là ! » Le kâdi s'approcha du lit, mit son doigt au milieu de la tache, la porta ensuite à la hauteur de son œil et de son nez et dit : « C'est de la semence d'homme, ô émir des Croyants ! » Il demanda : « Quelle peut en être l'origine immédiate ? » Le kâdi fort perplexe et ne voulant pas affirmer une chose qui aurait attiré l'inimitié de Set Zobéida, leva la tête au plafond comme pour réfléchir, et aperçut dans une fente l'aile d'une **chauve-souris** qui y était blottie. Aussi une idée de salut lui illumina l'entendement, et il dit : « Donne-moi une lance, ô émir des Croyants ! » Le khalifat lui remit une lance, et Abi-Youssouf en perça la **chauve-souris** qui tomba lourdement. Alors il dit : « Ô émir des Croyants, les livres de médecine nous enseignent que la **chauve-souris** a une semence qui ressemble étrangement à celle de l'homme. Le délit a donc été commis par elle, à l'aspect de Set Zobéida endormie ! Tu vois que je viens de l'en châtier par la mort !]

LES MILLE NUITS ET UNE NUIT
Histoire du Parterre fleuri de l'esprit
Trois cent quatre-vingt et unième nuit, p856
(Bouquins, Robert Laffont)
Traduction de Joseph Charles MARDRUS

Voilà donc pour ta sagacité Lecteur, mais revenons aux sources pour nos *Filles de la nuit*, quelle place ont-elles dans *La Bible* ? Bible qui signifie « Les Livres » !... Eh bien dans la traduction de celle que lisait Arthur Rimbaud, celle de Port-Royal, qu'il n'en faut point manger ni adorer :

[... Le Seigneur parla ensuite à Moïse et à Aaron, et il leur dit : Déclarez ceci aux enfants d'Israël : Entre tous les animaux de la terre, voici ceux dont vous mangerez : [...] Entre les oiseaux, voici quels sont ceux dont vous ne mangerez point, et que vous aurez soin d'éviter : [...] Le héron, la cigogne, et tout ce qui est de la même espèce, la huppe et la **chauve-souris**.]

LA BIBLE / Ancien Testament / Lévitique
Chapitre XI, 1-19 Distinction des animaux purs et impurs.

[... Mangez de tous les oiseaux qui sont purs ; Mais ne mangez point de ceux qui sont impurs, qui sont : [...] L'onocrotalus et le charadius, chacun selon son espèce, la huppe et la **chauve-souris**.]

LA BIBLE / Ancien Testament / Deutéronome
Chapitre XIV, 1-18 Animaux purs et impurs.

[... En ce jour-là, l'homme rejettera loin de lui les idoles d'argent et ses statues d'or, les images des taupes et des **chauves-souris**, qu'il s'était faites pour les adorer.]

LA BIBLE / Ancien Testament / Livre des Prophètes / Isaïe
Chapitre II, Psaume 20.
(Bouquins, Robert Laffont)
Traduction de Lemaître de Sacy

Oiseau d'Issa ou maléfique ? Que nous dit DANTE:

[... Hélas, quelle merveille à moi parut
quand j'avisai en sa tête trois face !
l'une devant, laquelle était pourprée ;
Les autres deux à icelle jointives
sur le travers de l'une et l'autre l'épaule,
qui se soudaient à l'endroit de la crête.
La destre apparaissait entre aube et jaune,
et la senestre avait telle couleur
comme les gens là d'où le Nil dévale.
Dessous chacune issaient deux grandes ailes,
à l'aune d'un oisel ainsi bâti :
onques ne vis telles voiles de mer.
Elles étaient sans plumage, en la forme
de nos **chauves-souris** ; et battaient l'air
en sorte que de lui soufflaient trois bises
qui faisaient pargeler tout le Cocyte.]

DIVINE COMEDIE / Enfer / Chant XXXIV, Vers 37-52
(Bibliothèque de La Pléiade)
DANTE ALIGHIERI



Dante et Virgile aux enfers ; DELACROIX
© photo Philippe Favre

Quelles se situent dans les Cercles de L'Enfer !

Quant à Roland dans sa folie, il nous met sur la piste d'un monstre à vaincre :

[... Ils virent Bayard aux prises avec un monstre plus grand que lui, et qui ressemblait à un oiseau. Son bec était long de plus de trois brasses; le reste de son corps était celui d'une **chauve-souris**. Ses plumes étaient noires comme de l'encre ; ses serres étaient grandes, aiguës et rapaces. De ses yeux pleins de feu s'échappait un regard féroce. Il avait de grandes ailes qui semblaient deux voiles.

C'était peut-être un oiseau ; mais je ne sais où ni quand il a pu exister un pareil. Je n'ai jamais vu, ailleurs que chez Turpin, la description d'un animal ainsi fait. Je serais porté à croire que cet oiseau était quelque diable de l'enfer évoqué sous cette forme par Maugis, afin d'arrêter le combat.]

ROLAND FURIEUX / Chant XXXIII,
Str. 84-85 (Folio) ; L'ARIOSTE



Peut-être un essai du côté de ce philosophe bordelais d'adoption bien connu ?

[... J'en croy l'ancre de Platon en sa République, et croy les médecins, qui quittent si souvent à son autorité les raisons de leur art; et ce Roy qui, par son moyen, rengea son estomac à se nourrir de poison; et la fille qu'Albert recite s'estre accoustumée à vivre d'araignées. Et en ce monde des Indes nouvelles on trouva des grands peuples et en fort divers climats, qui en vivoient, en faisoient provision, et les apastoient, comme aussi des sauterelles, formiz, laizards, **chauvessouriz**, et fut un crapault vendu six escus en une nécessité de vivres; ils les cuisent et apprestent à divers sauces. Il en fut trouvé d'autres ausquels noz chairs et noz viandes estoient mortelles et venimeuses.]

ESSAIS / Livre I, Chapitre XXIII, p136
(Bibliothèque de La Pléiade)
MICHEL DE MONTAIGNE

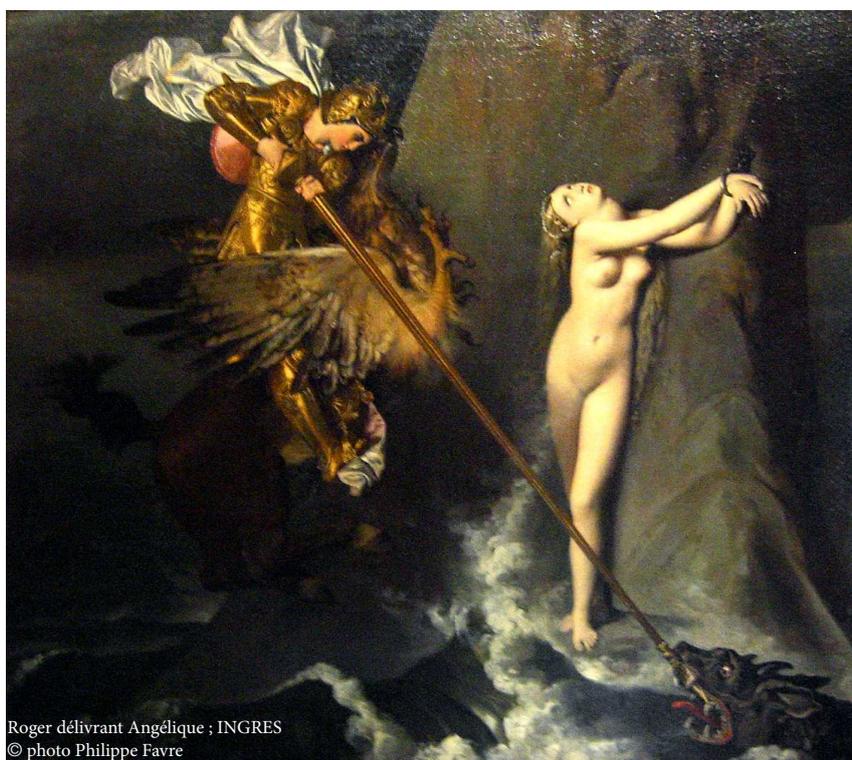
Juste une écriture oubliée et charmante en ancien français ! Peut-être aura-t-elle nourri la réflexion et le bestiaire de cet autre philosophe ardent lecteur de ce dernier ?

[... Je te suis en dansant, je te suis sur une trace incertaine. Où es-tu ? Donne-moi la main !
Ou même un seul doigt !

Voici des cavernes et des fourrés : nous allons nous égarer ! Arrête, arrête-toi ! Ne vois-tu pas voltiger les hiboux et les **chauves-souris** ?

Hibou, **chauve-souris** que tu es ! Tu veux me singer ? Où sommes-nous ? C'est les chiens qui t'ont appris à pleurer et à japper ainsi ?]

AINSI PARLA ZARATHOUSTRA / L'autre chant de la danse, p359
Traduction Maël Renouard (Rivages poche - Petite Bibliothèque)
Friedrich NIETZSCHE



Roger délivrant Angélique ; INGRES
© photo Philippe Favre

Ou bien aurons-nous, de cette autre ardent lecteur, une *madeleine de temps retrouvé* ?

[... je m'avançais dans l'église, quand nous gagnions nos chaises, comme dans une vallée visitée des fées, [...] tout cela faisait d'elle pour moi quelque chose d'entièrement différent du reste de la ville : un édifice occupant, si l'on peut dire, un espace à quatre dimensions – la quatrième étant celle du Temps – [...] élevant dans le ciel au-dessus de la Place, sa tour qui avait contemplé saint Louis et semblait le voir encore ; et s'enfonçant avec sa crypte dans une nuit mérovingienne où, nous guidant à tâtons sous la voûte obscure et puissamment nervurée comme la membrane d'une immense **chauve-souris** de pierre.]

A LA RECHERCHE DU TEMPS PERDU
Du côté de chez Swann / Combray, II, p57 (Quarto – Gallimard)
Marcel PROUST

François-Marie AROUET est, quant à lui, fidèle à son scepticisme :

[... Vous avez encore d'anciens poèmes dans lesquels les chevaux parlent, et vos cochers leur adressent la parole tous les jours ; mais c'est avec tant de grossièreté, et en prononçant des mots si infâmes, que les chevaux, qui vous aimaient tant autrefois, vous détestent aujourd'hui.

« Les pays où demeurent votre charmant inconnu, le plus parfait des hommes, est demeuré le seul où votre espèce sache encore aimer la nôtre et lui parler ; – et c'est la seule contrée de la terre où les hommes soient justes.

– Et où est-il ce pays de mon cher inconnu ? quel est le nom de ce héros ? comment se nomme son empire ? car je ne croirai pas plus qu'il est un berger que je ne crois que vous êtes une **chauve-souris**. »]

L'INGENU ET AUTRES CONTES
La Princesse de Babylone, p134
(Grands textes classiques)
VOLTAIRE



Un Irlandais, autre connaisseur de La Bible et catholique, plus connu pour son monologue, nous remet par sa profusion sur la piste du Crucifié :

... Voici la servante de la lune. Dans le sommeil le signe liquide lui dit son heure, la fait lever. Lit nuptial, lit de parturition, lit de mort aux spectrales bougies. Omnis caro ad te veniet. Et voici la **vampire** qui vient, ses yeux, perceurs de tempêtes, sa voilure de **chauve-souris** qui ensanglante la mer, bouche au baiser de sa bouche.] p. 76

[... Celui Qui s'engendrera Lui-même, médian à l'Esprit-Saint, et Soi-même s'envoya Soi-même, Racheteur, entre Soi-même et les autres, Qui, maltraité par ses ennemis, dépouillé de ses vêtements et flagellé, **fut cloué** comme **chauve-souris** sur porte de grange, souffrit la faim sur l'arbre de la croix, Qui se laissa ensevelir, se releva, dévasta les enfers, s'installa

au ciel où Il est assis depuis dix-neuf cents ans à la droite de Son Propre Soi-même, mais reviendra au dernier jour pour passer sentence sur les vivants et les morts alors que tous les vivants seront déjà morts.] p. 305.

[... Quelle scène émouvante, ces ombres qui s'épaississent, cette suprême beauté d'Erin, le touchant carillon de ces cloches du soir et sorti du beffroi enlierré le vol en zigzag d'une **chauve-souris** dont le cri grêle se perd dans le crépuscule.] p. 562.

[... Mais il y avait un infini trésor de miséricorde dans ces yeux-là, et pour lui une absolution tacite toute prête malgré qu'il se soit tellement égaré, qu'il ait pêché, qu'il ait erré. Une jeune fille doit-elle avouer ? Non, mille fois non. Ceci était leur secret, à eux deux, seuls dans le soir complice et personne ne savait et ne dirait rien excepté la petite **chauve-souris** qui voletait si doucement ça et là dans l'obscurité et les petites **chauves-souris** sont discrètes.] p. 568

[... Ahââ. Qu'est-ce qui vole là? Une hirondelle ? Plutôt une **chauve-souris**. Me prend pour un arbre, c'est presque aveugle. Les oiseaux n'ont pas d'odorat ? La métépsychose. On croyait que le chagrin pouvait vous changer en arbre. Saule pleureur. Ahââ. La voici. Drôle de petite bête. Où peut-elle nicher ? Le clocher, là-haut. C'est probable. Suspendue par les pattes en odeur de sainteté. C'est la cloche qui l'a fait partir, je pense. [...] Ahââ. Encore. Pourquoi sortent-elles la nuit comme les souris ? C'est un produit hybride. **Oiseaux comme des souris** qui sautillent. Qu'est-ce qui leur fait peur, la lumière ou le bruit ? Faut pas bouger. L'instinct c'est comme cet oiseau qui mourait de soif et qui a pu boire l'eau de la cruche en jetant des cailloux dedans. On dirait une petite bonne femme avec une cape et des mains miniatures. Des os minuscules. On les voit presque luire,, d'une espèce de blanc bleuâtre. [...] Ahââ. Qui sait ce quelles poursuivent toujours comme ça ? Des insectes ?] p. 586-587.

[... Fermons les yeux un instant. Ne dormirai pas complètement. Rêvasser ? Un rêve ne revient jamais tout à fait de la même façon. Encore la **chauve-souris**. Inoffensive. Rien que deux ou trois... [...] Une **chauve-souris** froufroulait. Là. Ici. Là. Loin dans la grisaille une cloche carillonnait. M. Bloom la bouche ouverte, bottine gauche enfoncée de biais dans le sable, s'abandonna, souffla. Rien que deux ou trois.] p. 594.

[... Bridie : Hatch Sreet. Viens-tu chérie ? Elle se sauve en poussant un petit cri, les ailes de **chauve-souris** de son châle noir au vent. Une puissante brute lui donne la chasse à toutes bottes. Il bute sur les marches, se redresse, l'ombre l'engloutit. On entend de petits rires étranglés, de plus en plus faibles.] p. 684.

[... Zoé et Stephen tournent intrépides en se balançant moins. Les heures crépusculaires sortent des grandes ombres du paysage, s'avancent, sans ordre, hésitantes, l'œil chargé de langueur, les joues subtilement rehaussées de cipria et d'une faible roseur artificielle. Elles sont vêtues de gaze grise et leurs manches **chauve-souris** frémissent, sombres, à la brise de terre.] p. 825.

ULYSSE (folio / Gallimard)
James JOYCE



château de Pierrefonds
photo Philippe FAVRE

A cette métaphore de crucifixion se rajoute une kyrielle d'imaginaires littéraires dont ce délicieux froufroutement ailé ! Cependant, une autre allusion, au 19^{ème} siècle, de la part d'un Comte érudit dans un volume au titre prometteur : « Les Chauves-souris » ! où nos Filles de la nuit y sont les plus répandues, nous remet encore sur la piste:

MURCIELAGO

*Mais un fripon d'enfant...
La Fontaine*

*Les garçons Argentins, d'horreur ingénieuse,
Osent enjoliver les crucifixions
Des **bestioles d'ombre** à la face ennuyeuse,
Qu'au long de nos vantaux jadis nous fixions.*

*Entre les fines dents du **christ velu** des portes
Que vivant on y cloue, ils placent méchamment
Cigarette allumée – et leurs aigres cohortes
S'amuse à le voir expirer en fumant !*

*D'une contraction invincible et pâmée
La bête jusqu'au bout mène le calumet ;
Ou, que son agonie en soit mieux embrumée,
Aromatisée, anesthésiée... – On met*

*La flamme aux verts piments en de géantes vasques,
Dont l'âtre tourbillon va déloger au mur
Les **grappes du vampire** aux sardoniques masques
Pour fournir la victime aux jeux de l'âge pur !*

*LES CHAUVES-SOURIS / Bêtes et Gents, p108
(Richard éditeur – 1893)
Comte Robert de MONTESQUIOU-FEZENSAC*

Avec ce *christ velu*, là, apparaissent de nouveaux noms vernaculaires envolés tout droit de la bouche des connaisseurs comme ces *grappes du vampire*, mais aussi :

TITULAIRES

*Les autres, faire la guerre aux **chauves-souris**
et leur enlever le cuir de leurs ailes
pour les habits de mes petits Elfes...
Midsummernightdream.*

*Les lutins s'en vont en guerre
Contre les **chauves-souris**
Dont la laideur s'exagère
Dans les crépuscules gris,*

*Volatiles de mystère
Et gentils elfes aigris ;
Combats entre ciel et terre
Avec de grands petits cris.*

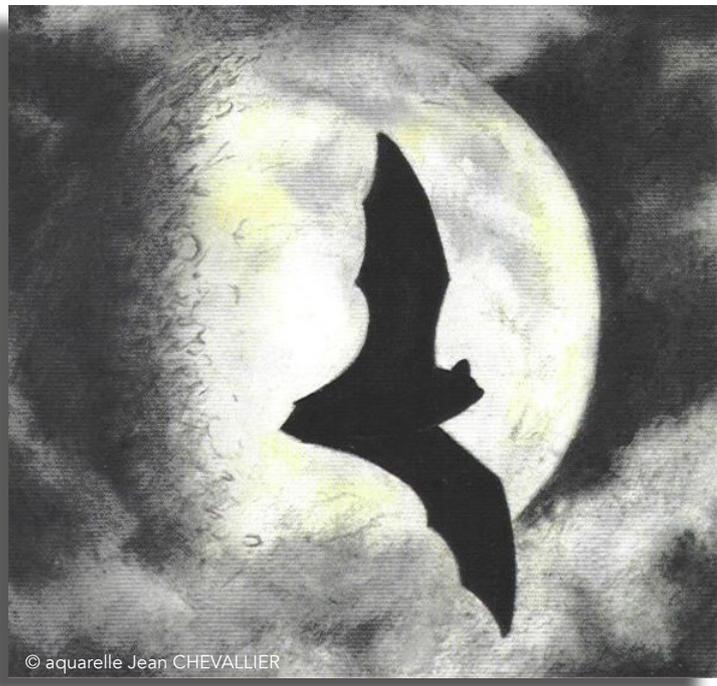
*Parfois le gnome remporte
La victoire sur l'oiseau,
Et dans la membrane forte
Se taille à coups de ciseau ;*

*Ou par le velours-fourrure
Du noctambule animal,
Une vivante parure
Qui ne lui sied pas trop mal :*

*Des chapeaux et des bottines,
Un accoutrement complet
Dont, aux regards des lutines,
La désinvolture plaît.*

*Mais la **noctule** fâchée,
Quand elle abat le lutin,
Fait à peine une bouchée
De cet infime butin.*

*Donc, Messieurs Grain-de-Moutarde
Toile-d'Araignée, ou Fleur
Des-Pois, que nul ne s'attarde
A se baigner dans un pleur !*



LES CHAUVES-SOURIS / Bêtes et Gents, p106-107
(Richard éditeur - 1893)
Comte Robert de MONTESQUIOU-FEZENSAC



Noctule commune
© François SCHWAAB

Voici donc une *Noctule* d'un genre nouveau, est-ce un effet de Comte ?
D'un autre Comte connu sous celui de Lautréamont ?

[... Vents, qui me soutenez, élevez-moi plus haut ; je crains la perfidie. Oui, disparaissions peu à peu de leurs yeux, témoin, une fois de plus, des conséquences des passions, complètement satisfait... Je te remercie, ô **rhinolophe**, de m'avoir réveillé avec le mouvement de tes ailes, toi, dont le nez est surmonté d'une crête en forme de fer à cheval : je m'aperçois, en effet, que ce n'était malheureusement qu'une maladie passagère, et je me sens avec dégoût renaître à la vie. Les uns disent que tu arrivais vers moi pour me sucer le peu de sang qui se trouve dans mon corps : pourquoi cette hypothèse n'est-elle pas la réalité !]
p. 144.

LES CHANTS DE MALDOROR / Chant premier

[... Il s'écrie : « Certes, il mérite cela, il se replace dans son attitude farouche, et continue de regarder, avec un tremblement nerveux, la chasse à l'homme, et les grandes lèvres du vagin d'ombre, d'où découlent, sans cesse, comme un fleuve, d'immenses spermatozoïdes ténébreux qui prennent leur essor dans l'éther lugubre, en cachant, avec le vaste déploiement de leurs ailes de **chauve-souris**, la nature entière, et les légions solitaires de poulpes, devenues mornes à l'aspect de ces fulgurations sourdes et inexprimables.] p 213-214.

LES CHANTS DE MALDOROR / Chant deuxième
(Librairie José Corti – 1953)
Isidore DUCASSE Comte de LAUTREAMONT



Grand rhinolophe
© photo Laurent MIGNAUX

Et là cette famille nouvelle : celle des *Rhinolophidae*. Mais aussi un ancêtre et un Ordre avec ce parnassien :

[... Et en Histoire naturelle ? En paléontologie, surtout ! – Il est hors de doute que nous nous faisons une idée très défectueuse du mégathérium, par exemple, - de ce pachyderme paradoxal, - et que nos conceptions du **ptérodactyle**, cette **chauve-souris**, ce **chéiroptère** géant, - du plésiosaure, ce patriarche monstrueux des sauriens, - sont, pour ainsi dire, enfantines. Ces intéressants animaux s'ébattaient ou voletaient, cependant, leurs squelettes l'attestent, à cette place même où je rêve aujourd'hui, - et ce, voici à peine quelques centaines de siècles, moins que rien ; - quatre ou cinq fois moins que l'âge du morceau de craie avec lequel je pourrais l'écrire sur une ardoise.]

L'ÈVE FUTURE / Livre I, chapitre x, p65 (Folio)
VILLIERS DE LISLE-ADAM



Rhinolophe ; Joseph-Martin MARCHAND (1758-1843)

Puis des espèces plus exotiques rencontrées au Muséum d'Histoire Naturelle ou en missions diplomatiques :

[... Cuvier a recréé tout le monde fossile avec un os, mais que faire avec le souvenir d'un os ? Il me faudrait dresser ma tente sur ce parquet ciré, il me faudrait vivre une vie faite d'heures au milieu de ce paradis de science et de verre à l'ombre de ces harnachements fantomatiques de thorax et de rotules ! Quelqu'un – serait-ce là-haut cette analyse ou intention de **chauve-souris** dans l'air scientifique au verso de sa carte de visite en latin ? – me

suggère cette idée que l'endroit où je suis est un musée non pas seulement de charpente-rie animale, mais d'allures dessinées en schémas linéaires.] p. 205-206.

[... Quand nous sommes tous seuls sous la véranda, ces **roussettes** et ces **vampires** qui ventilent l'air du soir, on dirait que c'est de notre imagination assombrie qu'elles se sont envolées.] p. 210.

L'ŒIL ECOUTE / Ossements
Paul CLAUDEL



A propos d'ossements, ceux-ci étaient chers à Pablo PICASSO :

[... Modulations, modelages. Picasso dit une autre fois à Brassai : « J'ai une véritable passion pour les os... Avez-vous remarqué que les os sont toujours modelés et non taillés, qu'on a toujours l'impression qu'ils sortent d'un moule après avoir été modelés dans la glaise ? Quel que soit l'os que vous regardez, vous y trouverez toujours la trace des doigts... Doigts parfois énormes, parfois lilliputiens, comme ceux qui ont dû modeler les minuscules et délicats osselets de cette **chauve-souris**... L'empreinte des doigts de ce dieu qui s'est amusé à les façonner, je les vois toujours sur n'importe quel os... Et avez-vous remarqué comment, avec leurs formes convexes et concaves, les os s'emboîtent les uns dans les autres ? Avec quel art sont « ajustées » les vertèbres ? »

Brassai répond à Picasso : « Pour mieux comprendre votre œuvre, les gens devraient fréquenter non pas les musées, mais le Muséum national d'histoire naturelle. » Mais non : les deux.]

ELOGE DE L'INFINI / Picasso, le héros, p162-163 (Folio)
& L'ECLAIRCIE / p213 (Gallimard 2012)
Philippe SOLLERS

Toujours à propos d'os, n'est-il pas connu que le plus grand nombre de nos Filles de la nuit (con) volent entre les Tropiques ?... Invitation au voyage :

[... Comme si elle avait subitement branché son cerveau sur le con – le con le plus éveillé et le plus rusé qu'on puisse imaginer. Presque métaphysique, ce con, si l'on peut dire. Un con qui réfléchissait à des tas de problèmes ; et mieux que cela : un genre à part, un con

qui pensait en mesure, au métronome. Pour cette espèce particulière d'élucubrations déplacées et rythmiques, il fallait à tout prix un éclairage particulier : clair-obscur. Il fallait qu'il fût à la fois sombre pour une **chauve-souris** et pourtant assez clair pour trouver un bouton, s'il en était un qui par hasard se défaisait et s'en allait rouler sur le sol du vestibule.] p. 223.

TROPIQUE DU CAPRICORNE / Interlude
(Le Livre de Poche)
Henry MILLER

[... Glisser au sommeil. La physique de l'amour. La baleine avec sa verge de six pieds, au repos. La **chauve-souris** – pénis libre. Les animaux qui ont un os dans la verge. D'où, avoir l'os, ou bander dur. « Heureusement, dit Gourmont, la structure osseuse s'est perdue chez l'homme. » Heureusement ? Oui, heureusement. Songez à la race des hommes vadrouillant avec une verge en os !] p. 23.

TROPIQUE DU CANCER / Chapitre I (Folio)
Henry MILLER

Ici la connaissance et l'utilisation de ce *baculum* sont autant dignes du spécialiste que de la réputation de cet écrivain !

De ce même voyageur américain du 20ème siècle, mais cette fois, en Grèce :

[... A quelques pages d'ici, nous ferons ensemble une autre visite à Mycènes, et Nancy prendra la tête de la colonne sur les marches engluées de fiente de **chauve-souris**, et qui mènent au puits sans fond.] p. 130.

[... J'éprouvais le même sentiment de terreur que la première fois, avec Katsimbalis – plus violent, même, peut-être, car nous étions descendus plus avant dans les entrailles de la terre. Je ressentais deux peurs bien distinctes : l'une, que le grêle contrefort, au sommet de l'escalier, ne vînt à céder, nous laissant là, à mourir d'asphyxie dans l'obscurité totale ; l'autre, qu'un faux pas ne me fît glisser jusqu'au fond du trou, au beau milieu d'un grouillement de serpents, de lézards et de **chauves-souris**.] p. 282.

LE COLOSSE DE MAROUSSI (Le Livre de Poche)
Henry MILLER



porte aux lions ; Mycènes (Grèce)
© photo Philippe FAVRE

Et de la Grèce Antique ? Eh bien, que nos volatiles chthoniens sont liées à la récolte des aromates :

[... Si Hérodote ne précise pas l'espèce à laquelle ils appartiennent, Aristote et Pline l'Ancien, qui se font l'écho du même récit, parlent tous deux de manière explicite d'oiseaux des aromates. Pour Pline, ils appartiendraient à l'espèce du Phénix ; pour Aristote, ce seraient des oiseaux-cinnamome, nommés d'après la plante à parfum qui sert à nidifier. Du côté de la cassia, ce sont des animaux ailés « qui ressemblent fort à des **chauves-souris** », c'est à dire des animaux que les Grecs définissent comme des volatiles chthoniens. Pour Aristote, en effet, la **chauve-souris** appartient à deux genres différents : elle tient de l'oiseau autant que de l'animal terrestre, elle participe des deux genres sans appartenir expressément à aucun. « Voit-on dans les **chauves-souris** des volatiles, elles ont pourtant des pieds, mais, comparées aux quadrupèdes, elles n'en ont pas, et elles ne possèdent ni queue ni croupion [...]. En effet, leurs ailes ont des membranes [...]. » Les oiseaux qui défendent la cassia sont à l'antipode des oiseaux du cinnamome : pourvus d'ailes de peau, au lieu d'ailes de plumes, ils volent lourdement et maladroitement à proximité du sol. Comme l'indique en particulier leur habitude de vivre dans des endroits sombres et humides, ces espèces de **chauves-souris** sont bien des oiseaux chthoniens. S'il fallait une preuve supplémentaire de cette définition, l'Histoire naturelle de Pline la fournirait en précisant que « la cassia est défendue à coup d'ongles, par une espèce affreuse de **chauve-souris** ainsi que par des serpents ailés ». En effet, ces reptiles pourvus d'ailes, dont Hérodote fait ailleurs les gardiens de l'arbre à encens, sont semblables à des serpents d'eau portant des ailes de **chauves-souris**. Serpents ailés et **chauves-souris** se répondent comme **chthoniens volatiles** et **volatiles chthoniens**.] p. 34-35.

LES JARDINS D'ADONIS / Les parfums de l'Arabie (Folio)
Marcel DETIENNE

Mais revenons à la Roussette d'Égypte rencontrée *in situ* en voyage :

INTERIEUR DE LA GRANDE PYRAMIDE

[... Après le déjeuner nous visitons l'intérieur de la grande pyramide. Elle s'ouvre du côté nord – couloir tout uni (comme un égout) dans lequel on descend – couloir qui remonte ; nous glissons sur les crottes de **chauve-souris**. Il semble que ces couloirs aient été faits pour y glisser des cercueils disproportionnés.] p. 94.

IBSAMBOUL. ABOU SIMBEL

[... Au fond trois colosses entrevus dans l'ombre. Couché par terre, à cause du clignement de mes paupières, le premier colosse de droite m'a semblé remuer les paupières – belles têtes – vilains pieds. Les **chauves-souris** font entendre leur petit cri aigu – pendant un moment, une autre bête criait régulièrement, et cela faisait comme le battant lointain d'une horloge de campagne.] p. 157.

KIRCHEH

[... Les colosses de l'intérieur portent sur le ventre, à la place de l'agrafe de leur ceinture, des têtes de lion. On est ébloui et étourdi par la multitude de **chauves-souris**. Elles tournoient et crient. Nos enfants arabes agitent leurs torches – un d'eux se tenant debout sur une pierre comme sur une table et levant sa torche en l'air. quand elles partent par la porte d'entrée on voit l'air bleu à travers les minces ailes grises des **chauves-souris**. À la porte un

âne se tenait découpé dans la lumière – au-delà, ciel et le Nil tout bleus ; entre le ciel et le Nil une ligne jaune, c'est le sable.] p. 167.

HYPOGÉES OU SYRINX

[... On sent une odeur de laiterie et de **chauve-souris**. Quelques-unes de ces grottes s'étendent en large, d'autres en profondeur seulement – des familles vivent là-dedans avec leurs enfants nus, des poussins, etc.] p. 197.

VOYAGE EN ORIENT / Egypte (Folio)
Gustave FLAUBERT

D'autres Auteurs ont la pertinence de très bons observateurs de terrain :

[... La **chauve-souris** n'est pas un oiseau, si l'on veut. Mais elle leur apprendra, à tous à voler. Un pigeon, on dirait qu'il pagaye, qu'il bat l'eau, tant il fait du bruit avec ses ailes. La **chauve-souris**, personne ne l'entend. On dirait qu'elle prend l'air comme un drap, avec ses mains.

Avec son long bec et sa tête de torpilleur, le corbeau est un noir poltron. Aux Indes, un quart d'heure avant le coucher du soleil, il devient vorace, et risquant le tout pour le tout, vient se jeter sur le morceau de pain donné par une petite fille timide. Cette témérité est l'affaire d'un moment, puis il s'envole à tire-d'aile vers son nid, un nid dur et fait sans goût. Il y a des dizaines et des dizaines de millions de corbeaux aux Indes.

Dix minutes après, vient la **chauve-souris**, ici, là, où ? l'affolée silencieuse, avec ses ailes qui ne pèsent rien et ne font même pas soupire l'air. On entend un oiseau-mouche ; une **chauve-souris**, non. Et elle ne traverse jamais un espace en ligne droite. Elle suit les plafonds, les corridors, les murs, elle fait du cabotage. Puis la voilà sur une branche et aussitôt s'y pend par ses peaux, comme pour dormir. Et la lune l'éclaire.]

UN BARBARE EN ASIE
Histoire naturelle, p137-138
(L'Imaginaire - Gallimard)
Henri MICHAUX

Mais aussi ce vol calligraphique:

[... Sur un noir imperméable, sourd, velouté de même que le noir de la **chauve-souris**, le monstre s'éclaire en blanc et gaufre la nuit de **la forme cabrée du grand C.*****] p. 152.

CERTAINS / Les Monstres
Joris-Karl HUYSMANS



Toujours sur le vol silencieux :

[... *Quelque chose, qui ressemblait à un vaste éventail de plumes d'un rose violet, ou à une chaîne de montagnes aériennes avec des contours mauves, envahissait le ciel. Les **chauves-souris** voletaient déjà avec cette absence de bruit presque excessive et cette vitesse diabolique des êtres membraneux.*]

UNE BAUTE RUSSE / Le Cercle, p17
Vladimir NABOKOV

Du même Auteur, ce comique oxymore de la *Fille de la nuit** qui tombe comme un viatique :

[... *Une femme de la sorte n'attache pas de valeur aux livres ; sa propre vie lui paraît contenir les émotions d'une centaine de romans. Condamnée à passer un jour entier enfermée dans une bibliothèque, on l'eût trouvée morte vers midi. Je suis absolument persuadé que Sébastien ne fit jamais allusion à son travail en sa présence : **autant parler cadrans solaires avec une chauve-souris*** ! Laissons donc notre **chauve-souris** palper des ailes et tourner en rond dans la nuit qui tombe : **grossière contrefaçon d'hirondelle.***] p. 261.

LA VRAI VIE DE SEBASTIEN KNIGHT (Folio)
Vladimir NABOKOV

Que nous dit Louis Ferdinand Destouches dans ce *Voyage* au titre prédestiné pour nos *Filles de la nuit* ?

[... *Mon jeune guide filait souplement sur ses pieds nus. Il devait y avoir des Européens dans les taillis, on les entendait par-là, en train de vadrouiller, leurs voix de blancs, bien reconnaissables, agressives, truquées. Les **chauves-souris** n'arrêtaient pas de venir voltiger, de sillonner parmi les essaims d'insectes que notre lumière attirait autour de notre passage. Sous chaque feuille des arbres devait se cacher un cri-cri au moins à en juger par le potin assourdissant qu'ils faisaient tous ensemble. [...] Nous y partîmes. Cette bâtisse était exactement vide, sauf quelques ustensiles de cuisine et mon espèce de lit. Dès que je fus allongé sur cette chose filiforme et tremblante, vingt **chauves-souris** sortirent des coins et s'élançèrent en allées et venues bruissantes comme autant de salves d'éventails, au-dessus de mon repos craintif.] p. 139-140.*

VOYAGE AU BOUT DE LA NUIT
Edition Gallimard
Louis Ferdinand CÉLINE

Enfin cette chute des noires pensées, sans le rouge, de STENDHAL:

[... *Tous les bruits avaient cessé depuis longtemps ; Vanina était absorbée dans ses noires pensées. Un peu après que minuit eut sonné, elle crut entendre un bruit léger comme le vol d'une **chauve-souris**. Elle voulut marcher, et tomba à demi évanouie sur la balustrade de l'autel.*]

VANINA VANINI / p37 (Editions Mille et une Nuits – 1996)
Henry BEYLE

Nos Ecrivaines, que disent-elles de nos Reines de la nuit ?

[... Quand on n'a pas frappé à ma porte pendant huit jours et que la chute de chaque jour est trop lente, je descends avec mon seau à charbon. Je pousse la porte de la cave, je suis enfin chez moi. Les bruits des autres ne me font aucun effet. J'enfonce mes pieds dans le poussier. La douceur monte comme une vapeur. Je suis la reine des **chauves-souris**.]

L'affamée / Folio (p.177)
Violette LEDUC

Mais aussi ceci :

[... La seule chose qui fausse mon intuition, c'est ma jalousie à l'égard de n'importe quelle femme. Je m'imagine n'importe quelle femme capable de me voler tous mes amours – tous mes amours! Dans ce domaine je suis comme une **chauve-souris** !] p. 426.

INCESTE / Journal, 28 mars 1934
(Le Livre de Poche)
Anaïs NIN

Et cette déclinaison nouvelle :

[... En essayant de lui expliquer combien cette fille au fond était si peu mon genre qu'elle finissait par m'en imposer, combien j'étais là encore victime, très consentante, oui, de ma propre imagination, puis frôlant soudain à hauteur d'yeux une paire d'ailes noires hérissées (**Pipistrellus pipistrellus**, France, similicuir, mousse, ferraille, peinture à la bombe), d'une fantaisie qui m'inspirait souvent une vision très fictive des êtres et des situations pour mieux me faire trébucher dessus, sans m'en guérir pour autant.] p. 150.

REPENTIRS (Gallimard)
Hélène LING

On connaît le bestiaire, mais *quid* du vestiaire du bestiaire ? Un envol vestimentaire :

[... Elle était étrange, à peine humaine, glissait sur les dalles, sans bruit, le front baissé, le bandeau descendu jusqu'aux sourcils et elle semblait s'envoler comme une grande **chauve-souris**, alors que, vous tournant le dos, debout devant le tabernacle, elle levait les bras et remuait ses larges manches noires pour allumer les cierges.] p. 115.

EN ROUTE / Ed Plon, 1938
Joris-Karl. HUYSMANS

Aux soirées costumées du 18ème siècle:

[... Tandis que Mangogul interrogeait les bijoux d'Haria, des veuves et de Fatmé, Mirzoza avait eu le temps de préparer sa leçon de philosophie. Une soirée que la Manimombanda faisait ses dévotions, qu'il n'y avait ni tables de jeux, ni cercle chez elle, et que la favorite était presque sûre de la visite du sultan, elle prit deux jupons noirs, en mit un à l'ordinaire, et l'autre sur les épaules, passa ses deux bras



Grand murin
© photo Philippe EAVRE

par les fentes, se coiffa de la perruque du sénéchal de Mangogul et du bonnet carré de son chapelain, et se crut habillée en philosophe, lorsqu'elle se fut déguisée en **chauve-souris**.]

LES BIJOUX INDISCRETS
Chp XXIX, Métaphysique de Mirzoza
(Folio, p157-158)
Denis DIDEROT

Ces Bijoux Indiscrets font partie de la Littérature érotique, cette dernière nous dévoilerait-elle quelques bijoux supplémentaires?

[... NANNA. – La peur qu'éprouvent celles qui ne savent pas ce que c'est, était bonne dans l'ancien temps, quand les nouvelles mariées allaient trouver leur époux au son des trompes et qu'on jetait un coq par la fenêtre, en signe de ce que le mariage était consommé. Entre le regret que l'on a de ne se l'être pas fait plus tôt arracher, dès qu'on a dans la main la dent qui vous a causé tant de souffrance, et le repentir d'avoir tant tardé, crainte du : « Cela me fera mal », à se faire gratter la **chauve-souris**, il n'y a point de différence, et ce : « Je croyais que de se faire tirer une dent, c'était le diable », sort aussi de la bouche de la pucelle qui s'est laissée faire courageusement.

PIPPA. – J'en suis bien aise.] p. 147.

Rien de bien convaincant jusque-là, persévérons :

[... Les époux furent obligés de paraître au bal et même de se masquer. Il résista longtemps et ne voulut jamais se mettre autrement qu'en **chauve-souris**. Il trouva le bal mal éclairé, l'orchestre détestable, les menuets, les contredanses insipides, tous les masques gauches et mal vêtus.] p. 785.

ANGOLA, II
Romanciers Libertins du XVIIIème
(Bibliothèque de La Pléiade)
LA MORLIÈRE

Pas de quoi caresser un chat ou une chatte ?!

[... Il la poursuit en parlant jusqu'à l'alcôve. Arrêt. Ils sortent. Un long temps. Tandis que le soir tombe, au mur le calendrier devient lumineux, des **chauves-souris** entrent par la fenêtre et se prennent dans les rideaux.] p. 141.

[... Il s'agissait des grands sabbats du XVIIIe siècle dans la Forêt-Noire. J'appris le rôle de



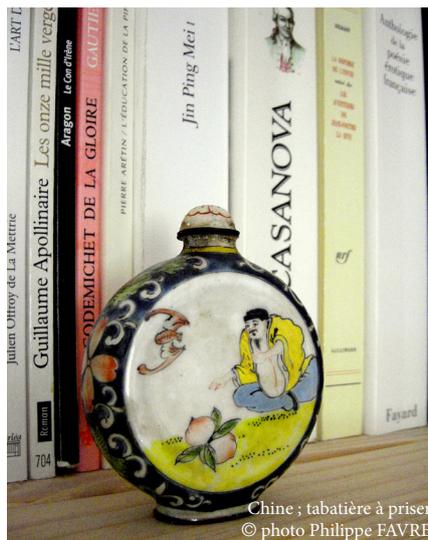
Eau forte de Maurice LEROY
Vivan Denon, Point de lendemain, p. 43 ; éd. La Tradition 1944

L'ÉDUCATION DE LA PIPPA (Ed. Allia)
Pierre ARÉTIN

la Société du Plaisir dans les guerres de l'Indépendance italienne, et dans l'assassinat de la reine Draga Machine de laquelle je ne puis oublier l'image sur la couverture du supplément illustré du Petit Journal, tandis qu'on la jette en chemise par la fenêtre: ses cheveux se prennent dans le balcon comme des **chauves-souris** ; elle crie: Ne tirez pas sur mes cheveux !] p. 203.

LE LIBERTINAGE
(L'Imaginaire / Gallimard)
Louis ARAGON

Par la Voie de la Transformation ! La littérature chinoise ne nous laissera pas sur notre faim et nous révèle enfin cette pépite :



Chine ; tabatière à priser
© photo Philippe FAVRE

[... Tandis qu'avec sa chose aussi grosse que grande Ximen godillait à l'entrée de la vulve, entrant et sortant, le cœur de sa fleur devenait rouge comme langue de perroquet, battant délicieusement entre **les lèvres noires comme ailes de chauve-souris**.

Là-dessus Ximen lui soulève les cuisses, l'installe sur ces genoux et leurs quatre membres ainsi serrés, lui enfonce le pénis jusqu'à la racine, sans laisser un poil d'interstice. Les yeux écarquillés, la jeune femme perd l'usage de la parole. Elle mouille abondamment.

Ximen atteint le point extrême de la jouissance. Son sperme jaillit comme d'une fontaine.

C'est le cas de dire :

Sans se rendre compte que tout printemps s'épuise,
Il sent fondre sa chair et ses os qui s'usent...

En témoigne le quatrain :

Doux seigneur, tendez-moi la coupe à plaisir,
Que le printemps soit entier à notre désir !
Tout mon corps abandonné pour l'amour de vous :
Qu'importe, tombés au bord du lit, ces bijoux !]

JIN PING MEI / Fleur en Fiole***
Livre VIII, chapitre LXXVIII, p 789
(Folio / Gallimard)



C'est avec ce grand classique de la littérature érotique de la Chine ancienne, où il est fort à parier que l'Empereur de l'époque était d'obédience Taoïste, – tout comme Hergé était taoïsant, rappelez-vous ?



extrait de l'album de Tintin « Le Lotus bleu » page 13 vignette D3

... qu'il t'appartient, Lecteur, de poursuivre à ton tour, aiguïlé par ta curiosité, ces rencontres littéraires d'où s'envoleront, à n'en pas douter, de nouvelles perles de nos *Filles de la nuit* ?! Viendront-elles enrichir la caverne d'Ali-Baba de cette *Plume de Naturalistes* ? En attente de te lire, je terminerai cet essai par une Trinité littéraire :

Primo ce poème surprenant, jusqu'à son signataire, précurseur avant l'heure de la découverte du *Chant de nos Filles de la nuit*, des célèbres onomatopées de l'oreille attentive de notre Ami et Inventeur de la *méthode dite française*... Il lui est dédié, il se reconnaîtra sans peine :

Tiouou, tiouou, tiouou, tiouou*

Shpe tiou, tokoua

Tio, tio, tio, tio,

Kououtiou, kououtiou, kououtiou, kououtiou

Tskouo, tskouo, tskouo, tskouo

Tsii, tsii, tsii, tsii, tsii, tsii, tsii, tsii, tsii**

Kououror tiou. Tsoua pipitskouisi

Tso, tso, tso*, tsirrhading**

Tsisi si, tosi si si si si si si si

Tsorre tsorre tsorre, tsorrehi ;

Tsatn, tsatn, tsatn, tsatn, tsatn, tsant, tsatn, ts

Dlo, dlo, dlo, dlo, dlo, dlo, dlo, dlo, dlo,

Kouio, trrrrrrrzt

Lu lu lu ly ly li li li li

Kouio didi li loulyli

Ha quour quour, koui kouio !

Kouio kououi kououi, kououi, koui koui koui, koui

Ghi, ghi, ghi

Gholl gholl gholl goll ghia hudndoi

Koui koui horr ha dia dia dillhi!

Hets, hets, hets, hets, hets, hets, hets, hets, hets,
Hets, hets, hets, hets hets.
Touarrho hostehoi
Kouia kouia kouia kouia kouia kouia kouia kouiat.
Koui koui koui io io io io io io koui
Lu lyle lolo didi io kouia.
Higuai guai guay guai guai guai guai guai kouior tsio tsiopi.

BECHSTEIN

LES CHAUVES-SOURIS / Exergue in Clairière, p173
(Richard éditeur – 1893)
Comte Robert de MONTESQUIOU-FEZENSAC

In Clairière :

* Vous aurez tous reconnu les signaux longs et lisses de l'animal fétiche de notre Ami qui transite nonchalamment ?

** Une pipistrelle en chasse, toujours bredouille, sur la lisière ?

*** Un oreillard salivant en approche finale de son frichti ?

Secundo ce chant vespéral d'Alice au pays des merveilles...

[... C'était au grand concert donné par la Reine de cœur,
où je devais chanter :

Scintille, ô ma **chauve-souris** !
Que fais-tu dans le soir tout gris ?

Je suppose que tu connais la chanson ?
– J'ai entendu quelque chose de ce genre.
– Vois-tu, elle continue comme ceci :

Tu voles dans le ciel d'été,
Comme un petit plateau à thé !
Scintille, scintille... » ...]

ALICE AU PAYS DES MERVEILLES
Chap. 6 – Poivre et cochon, p98-99
Charles Lutwidge DOGSON
alias Lewis CARROLL

Et tertio : cet extrait d'une correspondance qui tinte comme une poésie chinoise...

[... Trois **chauves-souris** dansaient devant moi.
Curieuses membranes de la nuit,
Bonheur.]

LETTRES A DOMINIQUE ROLIN
Lettre 161, p248 (Gallimard, 2017)
Philippe SOLLERS



Chine ; tabatière à priser
© photo Philippe FAVRE

Remerciements

Les visuels de l'œuvre d'Hergé sont protégés par le droit d'auteur et ne peuvent être utilisés sans le consentement préalable et écrit de la société MOULINSART (www.tintin.com), que nous remercions pour leur autorisation.



Le chant du monde

de Jean GIONO

Par Michel Barataud

« Le vent sonna plus profond ; sa voix s'abaissait puis montait. Des arbres parlèrent ; au-dessus des arbres le vent passa en ronflant sourdement. Il y avait des moments de grand silence, puis les chênes parlaient, puis les aulnes, puis les saules ; les peupliers sifflaient de gauche et de droite comme des queues de chevaux, puis tout à coup ils se taisaient tous. Alors, la nuit gémissait tout doucement au fond du silence. Il faisait un froid serré. Sur tout le pourtour de montagnes, le ciel se déchira. Le dôme de nuit monta en haut du ciel avec trois étoiles grosses comme des yeux de chat et toutes clignotantes. Une colline de l'est sortit de l'ombre. Son arête noire ondulée par son poids d'arbres se découpait sur une lueur couleur de paille. Au sud, une forêt gronda, puis elle émergea lentement de la nuit avec son dos pelucheux. Un frémissement de lumière grise coula sur la cime des arbres depuis le fond du val jusqu'aux abords du grand pic où la forêt finissait. On l'entendait là-haut battre contre le rocher. Le rocher s'éclaira. Il n'y avait pas de lumière dans le ciel, seulement là-bas vers l'est une blessure violette pleine de nuages. La lumière venait de la colline. Sortie la première de la nuit, noire comme une charbonnière, elle lançait une lumière douce vers le ciel plat ; la lumière retombait sur la terre avec un petit gémissement, elle sautait sur le

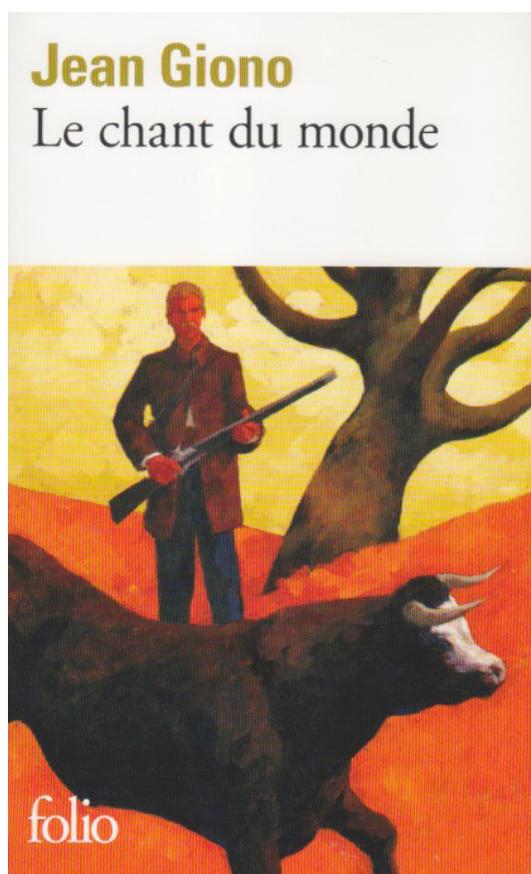
rocher, il la lançait sur des collines rondes qui, tout de suite, sortaient de la nuit avec leur dos forestiers. L'ombre coulait entre les bosquets et les coteaux, dans les vallons, le long des talus, derrière le grillage des lisières. Un choucas cria. L'ombre portait les montagnes et les collines comme de larges îles d'un vert profond, sans reflets, noircies par la couleur de cet océan qui, d'instant en instant, se desséchait, descendait le long de leurs énormes racines de terre, découvrant des forêts, des pâtures, des labours, des fermes, descendant de plus en plus bas jusqu'à leur vaste assise contre laquelle le fleuve ondulait comme une herbe d'argent. Des vols de rousserolles et de verdiers se mêlèrent au-dessus des aulnes avec leurs deux cris alternés comme les cris d'un chariot qui danse dans les ornières. La nuit bleuissait, il n'y avait plus qu'une étoile rousse. Le vent s'arrêta. Les oiseaux s'abattirent dans les arbres. Les chênaies émergèrent. Le jour coula d'un seul coup très vite sur le fleuve jusqu'au loin des eaux. Les monts s'allumèrent. Les collines soudain embrasées ouvrirent leur danse ronde autour des champs et le soleil rouge sauta dans le ciel avec un hennissement de cheval. »

Jean Giono. 1972. Le chant du monde. Gallimard, Paris. 318 pp.



Aube sur Teverga - nov. 2018
© photo Jean-François DESMET

Avec Jean Giono, les éléments et le relief s'animent, forment un ensemble indissociable de celui des êtres vivants. Une aube d'automne dans « Le chant du monde », c'est un chef d'orchestre



qui met en mouvement le paysage et la lumière pour leur faire jouer une partition où même les oiseaux sont désorientés : l'air bruit de chants bien plus puissants que le leur. Les aventures humaines sont vouées à l'harmonie avec le cours de la nature, quitte à n'être que des fétus fragiles. Giono y dépeint les hommes comme des émergences du rocher ou de l'eau (le personnage d'Antonio dans Le chant du monde est presque liquide à force d'épouser le fleuve) ; leur monde côtoie le sauvage. Ainsi les personnages s'expriment de façon minimaliste, pour laisser plus de place aux sons du vent, des montagnes, des arbres, du fleuve. Pour se fondre dans ce Chant du monde - à l'intrigue modeste mais là n'est pas l'essentiel - il faut oublier pour un temps les bavardages, les constructions syntaxiques de convenance ; alors les images et les sons surgissent, et enveloppent le lecteur. Laissez-vous emporter.

PLUME DE NATURALISTES



La nature en musique



numéro 3
déc. 2019

SOMMAIRE

GENESIS

The return of the giant Hogweed

présenté par : Michel Barataud

p. 321

YES

Don't kill the whale

présenté par : Michel Barataud

p. 323



Berce du Caucase
© Christian COUARTOU



Rorqual commun
© Christian COUARTOU

The return of the giant Hogweed

de GENESIS

Par Michel BARATAUD

Paroles :

*Turn and run
Nothing can stop them
Around every river and canal their power
is growing
Stamp them out
We must destroy them
They infiltrate each city with their thick
dark warning odor
They are invincible
They seem immune to all our herbicidal
battering*

*Long ago in the Russian hills
A Victorian explorer found the regal Ho-
gweed by a marsh
He captured it and brought it home
Botanical creature stirs, seeking revenge
Royal beast did not forget
He came home to London
And made a present of the Hogweed
To the Royal Gardens at Kew*

*Waste no time
They are approaching
Hurry now, we must protect ourselves
and find some shelter
Strike by night
They are defenseless
They all need the sun to photosensitize
their venom
Still they're invincible
Still they're immune to all our herbicidal
battering*



*Fashionable country gentlemen
Had some cultivated wild gardens
In which they innocently planted the
Giant Hogweed throughout the land
Botanical creature stirs, seeking revenge
Royal beast did not forget
Soon they escaped, spreading their
seed
Preparing for an onslaught
Threatening the human race
Mighty Hogweed is avenged
Human bodies soon will know our anger
Kill them with your Hogweed hairs
Heracleum mantegazziani
Giant Hogweed lives!*

<https://www.youtube.com/watch?v=g-TuJQL8GBqY>

L'album « Nursery cryme » du groupe anglais Genesis est sorti en 1971. L'univers du groupe à cette période mêle la poésie surréaliste, la mythologie et la critique sociale.

Ce titre, « The return of giant Hogweed » - le retour de la Berce du Caucase - en est un bon exemple.

Durant huit minutes - dont un somptueux et central intermède instrumental, symbolisant la danse des « giant Hogweed » - Peter Gabriel nous chante l'épopée d'un explorateur victorien qui capture dans un marais russe une majestueuse Berce et la ramène dans les jardins royaux d'Angleterre. L'exilée se rebelle : elle se multiplie et envahit le pays, nauséabonde et insensible aux herbicides, provoquant la fuite éperdue des humains.

Genesis est coutumier d'un humour malicieux, et d'un goût prononcé pour les métaphores sociopolitiques. Inspiré de la biologie réelle de la plante (géante, toxique, envahissante...), le texte est construit comme une pièce de théâtre où l'on subodore les métaphores : l'homme apprenti sorcier en déroute face aux résultats de ses expériences ; la crainte des envahisseurs étrangers et de ce qu'ils représentent (la plante vient de Russie et en 1971 nous sommes en pleine guerre froide)...

Ce morceau flamboyant est à l'image de l'album : déroutant lors de la première écoute puis envoiçant, il reste un classique dont on ne se lasse toujours pas, plusieurs décennies après.

Un peu de botanique :

(extrait de Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Heracleum_mantegazzianum)

La berce du Caucase ou berce de Mantegazzi (*Heracleum mantegazzianum*), est une plante herbacée de la famille des Apiaceae. La sève de cette Berce est phototoxique, et elle est considérée en Europe comme une espèce invasive.

Elle a été « découverte » en 1880 dans la vallée de Klioutsch (Caucase) par les botanistes Émile Levier et Stefano Sommier et scientifiquement décrite en 1895, mais recensée parmi d'autres graines en Grande-Bretagne (aux jardins botaniques royaux de Kew) dès 1917, et fut introduite comme plante ornementale dans les jardins britanniques dans la décennie suivante, pour se répandre très vite à l'état sauvage dans une grande partie de l'Europe. Elle a été introduite sur le continent américain en 1917 pour des raisons horticoles et répertoriée pour la première fois au Québec en 1990.

La berce du Caucase mesure 2 à 4 mètres de hauteur. Ses feuilles bien découpées mesurent souvent plus d'1 m, et peuvent atteindre 3 m en longueur (avec le pétiole) et jusqu'à 1,5 m de largeur.



Don't kill the whale

de YES

Par Michel Barataud

Paroles :

*You're first I'm last
You're thirst I'm asked to justify
Killing our last heaven beast
Don't hunt the whale
In beauty vision
Do we offer much
If we reason with destiny, gonna lose
our touch
Don't kill the whale
Rejoice they sing
They worship their own space
In a moment of love, they will die for
their grace
Don't kill the whale
If time will allow
We will judge all who came
In the wake of our new age to stand for
the frail
Don't kill the whale
CETACEI....*

<https://www.youtube.com/watch?v=zbFyHbQrIUc>



L'album « Tormato » est sorti en 1978. Dix ans après leurs débuts, le groupe anglais Yes a abandonné les albums concepts riches en titres fleuves de près de vingt minutes, qui ont fait leurs heures de gloire.

Le titre « Don't kill the whale » est explicite, sans double fond ; le cri d'alarme en faveur des baleines décimées par la chasse industrielle, est ici relayé par un des plus grands groupes de rock progressif. C'est donc une chanson résolument militante.

On y retrouve la voix si spéciale de Jon Andersen et la guitare virtuose de Steve Howe ; pour une fois les claviers de l'extravagant Rick Wakeman sont plus en retrait.





Cette revue est ouverte
à vos manuscrits,
que vous pouvez envoyer
à cette adresse :

revue-plume@cpiébrenne.org

Les instructions aux auteurs
sont disponibles sur le site
de la revue

www.plume-de-naturalistes.fr

(onglet *Écrire un article*)

Cette revue est référencée
dans le catalogue de la
Bibliothèque Nationale de France :

ISSN 2607-0510



BRENNE - BERRY

Le CPIE Brenne-Berry,
association d'éducation à
l'environnement déclarée
organisme de formation
professionnelle, est la structure
d'accueil de la revue.

