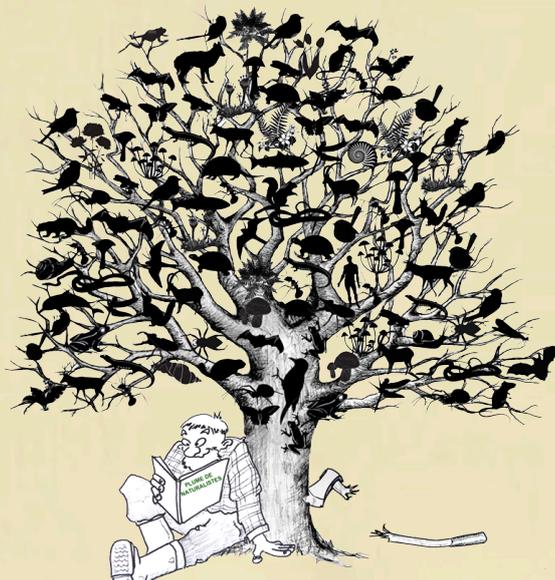


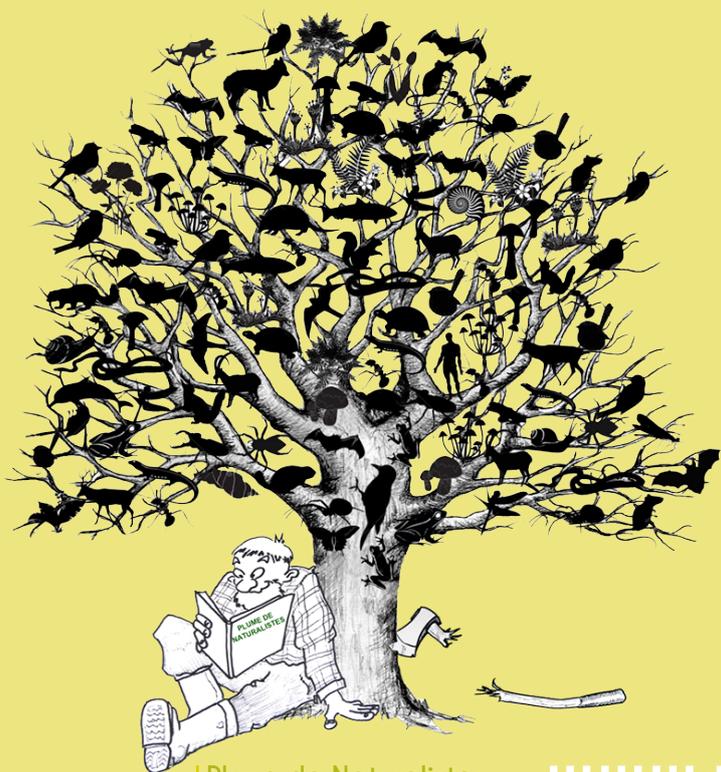
numéro 8
déc. 2024

Plume de



Revue pour la libre expression des connaissances en sciences naturelles





Plume de Naturalistes
n°8 - déc. 2024

www.plume-de-naturalistes.fr

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.

Habitée 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.

Equipe éditoriale

**Michel BARATAUD, Frédéric CHICHE,
Jean-François CORNUET, Jean-François
DESMET, Philippe GRIMONPREZ,
Roland JAMAULT, Véronique JORLAND.**

SOMMAIRE

Jean-Marc CUGNASSE

L'appétibilité : un facteur de préférence prédatrice chez le Faucon pèlerin *Falco peregrinus*. p. 1

Alix THUROW, Yannick BEUCHER & Baptiste ANGIN

Etude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes. p. 13

Jean-François CORNUET

À quelle vitesse vole le Martinet noir (*Apus apus*) ? Synthèse bibliographique chronologique. p. 61

Jean-François CORNUET

How fast does the Common Swift (*Apus apus*) fly? Chronological bibliography. p. 93

Michel BARATAUD

Pose d'un microphone en canopée : une méthode rapide et facile. p. 125

Jean-Michel CATIL

Répartition de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) Linnaeus, 1758 à l'ouest de la Garonne en région Occitanie. p. 135





© Michel BARATAUD

Jean-Marc CUGNASSE & Christian RIOLS

L'Hermine *Mustela erminea* dans les départements du Tarn et de l'Hérault.

p. 149

Denis BUHOT

Sur un cas remarquable d'extrême familiarité d'une femelle de Grand-duc.

p. 159

Patrick TRIPLET, Jade CAZANAS, Capucine BERNARD & Elva FUENTES

La prédation sur les oiseaux d'eau nicheurs, constats et réflexions sur la gestion.

p. 169

Jean-Marc CUGNASSE

Comportement anti-prédateur d'une Couleuvre verte et jaune *Hierophis viridiflavus* face à un Chat domestique *Felis catus*.

p. 227

Rémi TURBAN

Prédation crépusculaire répétée d'éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*) sur des murins de Daubenton (*Myotis daubentonii*).

p. 231

En supplément, nos rubriques :

Moments nature	p. 237
Plume de poète	p. 273
La nature en littérature	p. 297
La nature en musique	p. 303



L'appétibilité : un facteur de préférence prédatrice chez le Faucon pèlerin *Falco peregrinus*

Par **Jean-Marc CUGNASSE** (jean-marc.cugnasse@orange.fr)



Faucon pèlerin *Falco peregrinus*
© Jean-Marc CUGNASSE

Abstract

Palatability: a factor of predatory preference in the Peregrine Falcon *Falco peregrinus*.

We present an observation made during the training of a young peregrine falcon *Falco peregrinus* to capture the Black-billed Magpie *Pica pica*. Contrary to what was expected, the falcon showed a systematic refusal to consume and capture this corvid. The role of palatability and its consequences are discussed toward the possible functioning of raptor populations.

Introduction

L'appétibilité d'un aliment est liée à son goût, à son odeur et à sa texture. Elle peut être appréciée diversement par les espèces et la flaveur d'une même nourriture peut être perçue différemment à un moment donné (état de fraîcheur, nécrophagie) ou en fonction d'un contexte (appétit, faim). Elle peut leur permettre d'acquérir une aversion alimentaire qui pourra protéger leur organisme contre une intoxication, comme cela a été identifié chez plusieurs espèces de mammifères

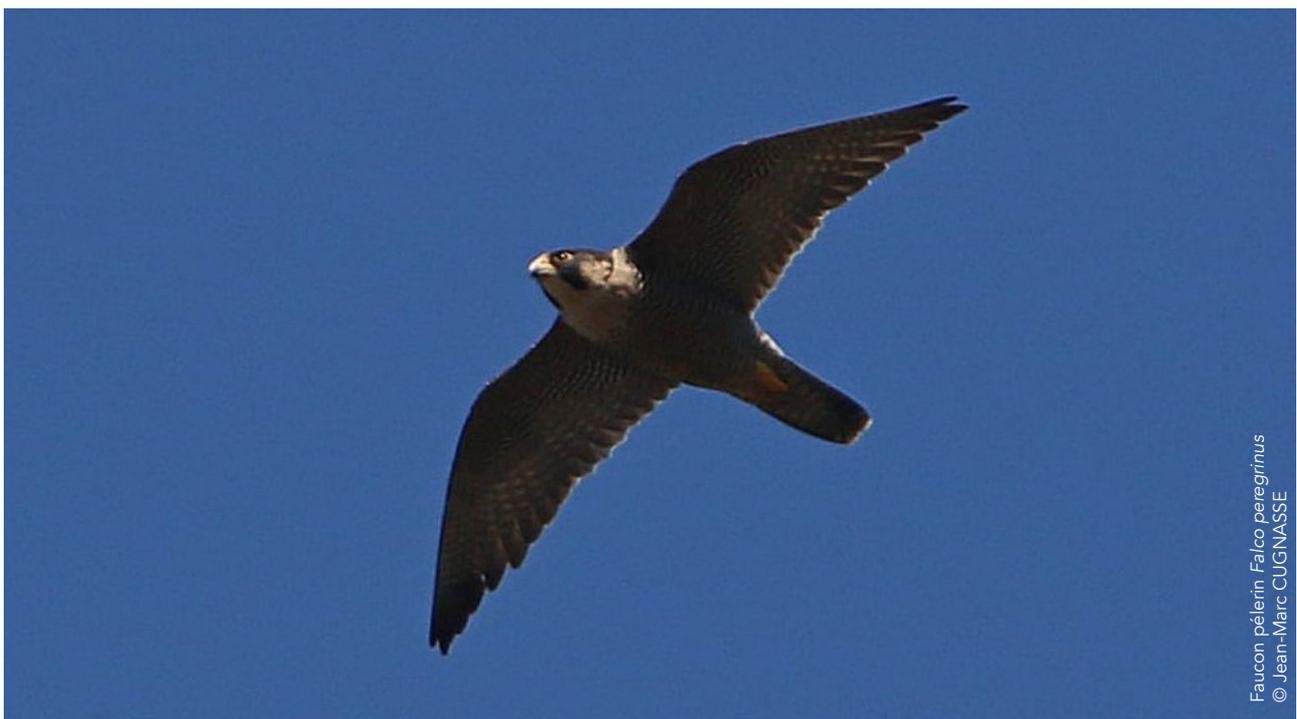
et d'oiseaux (BRETT *et al.*, 1976 ; PARADIS, 2003). Le Loup *Canis lupus*, par exemple, n'ingère pas des parties infestées par certains parasites chez le saumon (LANDRY, 2017) ou encore de nombreux prédateurs délaissent des espèces comme certains crapauds et salamandres qui possèdent des glandes à venin sous-cutanées contenant des alcaloïdes (HENRY, 1984) ou ne consomment que la partie du corps ne contenant pas de glandes et rejettent le reste (BOUCHARDY, 1986). La communication entre prédateurs et proies peut donc se poursuivre au-delà de la capture.

Dans cette note, nous présentons l'observation d'un Faucon pèlerin *Falco peregrinus* qui a montré une forte aversion pour la Pie bavarde *Pica pica*, comportement qui pourrait éclairer les choix trophiques de ce prédateur pour qui les corvidés ne sont pas des proies recherchées (CRAMP & SIMMONS, 1980 ; CUGNASSE, 1984 ; RATCLIFFE, 1993 ; ZUBEROGOITIA, 2016). Bien que possiblement non représentatif de celui de l'espèce, ce comportement singulier a motivé une recherche bibliographique et la sollicitation de capacités de centres de

soins afin de vérifier si effectivement des choix trophiques individuels ont été mis en évidence pour l'espèce Faucon pèlerin ou pour d'autres espèces de rapaces.

Observation

L'observation a été effectuée en 1987 sur un jeune Faucon pèlerin mâle né en captivité de parents également nés en captivité. Ces derniers l'ont nourri quasi exclusivement de poussins d'un jour *Gallus gallus* et occasionnellement de poulets de 3 semaines mis à disposition par l'éleveur (Roland Leroux, com. orale). Après qu'il a quitté son nichoir, les poussins d'un jour ont encore constitué son alimentation de base et des proies potentielles (des pigeons domestiques et des pies bavardes) lui ont été présentées mortes. Afin d'une part de l'aider à surmonter la peur apparente, une des causes de rejet primaire, et d'autre part d'accroître son appétit, lequel stimule le prédateur à accepter de façon moins discriminante diverses proies (CURIO, 1976), des pies bavardes lui ont



Faucon pèlerin *Falco peregrinus*
© Jean-Marc CUGNASSE

été proposées 3 jours durant. Par la suite et sachant que le mouvement stimule le déclenchement de l'attaque (CURIO, 1976), il a été mis en situation de chasse en présence de pigeons domestiques et de pies bavardes alors qu'il était en appétit, en vol de chasse et bien positionné pour capturer avec succès.

La découverte des pies bavardes fut précautionneuse au contraire de celle des pigeons qui étaient spontanément entrepris. Face au corvidé, le faucon était dans l'expectative, se penchant ensuite vers le cadavre et le touchant avec les extrémités cornées du bec, sans vraiment pincer. Ce comportement a été également observé chez divers faucons (FOX, 1995). A la différence des jeunes faucons pèlerins et des faucons en général devant une proie consommable, il n'a pas posé spontanément la patte sur le dos ni essayé de briser les vertèbres cervicales (BROSSET, 1973 ; obs. personnelles). Aucune des pies présentées exclusivement pendant trois jours de suite ne fut consommée. De nouvelles pies bavardes lui ont été toutefois proposées sans exclusive plusieurs jours durant, sans plus de succès. Alors qu'il était en vol de chasse et que les pigeons domestiques étaient immédiatement attaqués et saisis, toutes les pies bavardes ont été ignorées, le faucon ne cherchant même pas à esquisser une prise.

Discussion

L'image de recherche (CURIO, 1976) innée du Faucon pèlerin est un volatile en vol¹,

1 La capture d'oiseaux au sol est néanmoins pratiquée sur des poussins au nid (ORO, 1996 ; ELLIS et al., 2019 ; WYNN et al., 2010 ; JACOB & CAPOULADE, 2010) ou à terre (95 des 98 proies d'un couple étaient des poussins - RAZAFIMANJATO et al. 2007), de même que de nuit sur des adultes posés près de leur nid comme chez le Puffin des Baléares

quasi exclusivement une forme avienne dans toutes ses populations (CADE, 1982 ; RATCLIFFE, 1993)². Elle explique pour partie que beaucoup d'individus captifs refusent de toucher les rats et les souris (FOX, 1995). Nous avons observé en nature un poussin abandonner dans un coin de l'aire un chiroptère apporté par le mâle, après l'avoir tâté de son bec (CUGNASSE, 1984). Toutefois, elle n'empêche pas des individus de développer des comportements exploratoires, opportunistes ou appris. Ainsi, ont été observées en nature la capture de mammifères (BRADLEY & OLIPHANT, 1991 ; BYRE, 1990), dont le Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (GILBERT, 1927 ; ORO & TELLA, 1995 ; SUTTON, 2016) et des chiroptères (RATCLIFFE, 1993), de poissons (WHITE & ROSENEAU, 1970 ; RATCLIFFE, 1993 ; HETZLER, 2013 ; VIEIRA & MONSALVO, 2013), de reptiles (ROSNOBLET, 1974 ; ORO & TELLA, 1995), d'insectes (HUE & ETCHECOPAR, 1962 ; ORO & TELLA, 1995 ; ELLIS et al., 2007 ; SUMNER & DAVIS, 2008 ; RIOLS, 2021) ou encore de lombrics (*Lumbricius terrestris* durant tout un hiver - BAKER, 1967). Le comportement charognard a également été constaté dans des proportions anecdotiques (DUQUET, 1980 ; HOLLAND, 1989 ; BUCHANAN, 1991 ; LOCKHART et al., 2020) ou significatives (49 des 172 faucons pèlerins observés sur la zone côtière de Washington entre 1983 et 2015 se nourrissaient sur des oiseaux morts - VARLAND et al., 2018).

Le rejet observé chez le jeune faucon ne peut donc être imputé à l'image de recherche ou au toucher, ce rapace étant ornithophage. Il ne peut être exclu que certains caractères externes non masqués (bec fort, pattes griffues) aient déclenché

Puffinus mauretanicus (WYNN et al., 2010 ; MAYOL, 2012).

2 Néanmoins, les captures d'insectes peuvent être plus nombreuses que celles des oiseaux à certaines saisons (ELLIS et al., 2007 ; SUMNER & DAVIS, 2008 ; CHOI & NAM, 2012).

une réponse de néophobie qui ait dominé dans un premier temps ce prédateur inexpérimenté. C'est pourquoi la mise en contact a été initiée et répétée avec des individus morts, donc inexpressifs et inoffensifs. Il était attendu que la stimulation continue conduise à la reconnaissance de la pie bavarde en tant que proie puis à une accoutumance, de sorte que les réactions d'attaque soient rendues possibles puis prédominent (CURIO, 1976). La présentation dans un deuxième temps d'individus vivants en mouvement n'a pas été davantage stimulante.

Cette observation rejoint le constat déjà effectué chez des faucons pèlerins captifs en Amérique du Nord (« Palatability is one factor in choice of prey ») qui n'acceptaient de consommer de la chair de corvidé et de goéland que lorsqu'ils étaient réellement affamés (BEEBE, 1960). Les études du régime alimentaire en nature mettent en évidence que ces deux familles ne sont utilisées qu'exceptionnellement à l'échelle de l'aire de distribution du rapace (CRAMP & SIMMONS, 1980 ; CUGNASSE, 1984 ; RATCLIFFE,

1993 ; ZUBEROGOITIA, 2016) et semblent corroborer ce comportement dont les causes seraient plutôt à rechercher dans l'appétibilité de ces espèces.

Bien que la saveur soit captée chez les oiseaux par des récepteurs gustatifs infiniment moins nombreux que chez les mammifères, certaines espèces (notamment Mésange charbonnière *Parus major*, pigeons *Columba* sp., Colin de Virginie *Colinus virginianus* et caille *Coturnix* sp.) distinguent le sucré, l'acide, l'amer et le salé. Cette capacité n'est pas connue chez le Faucon pèlerin. Néanmoins, combiné à certaines perceptions olfactives, le goût intervient vraisemblablement dans la prise de nourriture et dans la discrimination des aliments (DORST, 1971 ; FOX, 1995). Dans le cas présent et du fait que les récepteurs sont situés dans la cavité buccale, sur la partie postérieure de la langue (LESAFFRE, 2006), le rejet de la proie ne peut être imputé au goût, aucune ingestion n'ayant été effectuée. La saveur amère, considérée comme répulsive pour tous les vertébrés



Faucon pèlerin *Falco peregrinus*
© Jean-Marc CUGNASSE

(MAIZERET, 1993), pourrait toutefois avoir été perçue olfactivement au contact de la chair de la pie.

L'odorat et le goût sont en effet étroitement liés, voire indissociables et rassemblés dans une seule carte mentale (GRISON, 2021). Le refus du faucon étudié pourrait donc trouver son origine dans l'odeur de la chair de la pie. Celle-ci est en effet réputée âcre, comme celle des autres corvidés en général. Il est à noter que ces derniers sont également peu capturés par l'Autour des palombes *Accipiter gentilis*, alors que le Corbeau freux *Corvus frugilegus* et les corneilles *Corvus* sp. adultes sont vulnérables à l'attaque de ces deux rapaces (FOX, 1981 ; HÖGLUND, in KENWARD, 2006). Les jeunes individus sont plus souvent pris car leur chair serait moins âcre (GÖTMARK, 1994 in KENWARD, 2006). Afin que le goût ne décourage pas le rapace dressé, des autoursiers subtilisent le corvidé capturé et le remplacent par de la viande de pigeon lors des toutes premières prises (WOODFORD, 1960 in KENWARD, 2006). Les préférences étant diverses au sein d'une même espèce, il est toutefois des faucons pèlerins et des autours des palombes (ELLENBURG et al., 1984 in KENWARD, 2006 ; RUTZ, 2003) qui peuvent prédater en nombre divers corvidés : 1 à 2 % seulement des couples seraient des spécialistes presque exclusifs des corvidés chez l'Autour des palombes (KENWARD, 2006). Quant aux goélands *Larus* sp., dont la chair serait également peu appréciée des rapaces (HÖGLUND, in KENWARD, 2006), leur capture peut être localement régulière. Ainsi, 2 des 5 couples de faucons pèlerins nidifiant dans le secteur abritant les plus grandes colonies de laridés (*Larus argentatus* et *Larus fuscus*) sur l'île de Lundy ont effectué sur les 3 ans du suivi une prédation régulière sur ces deux espèces, indépendamment d'un accroissement de leurs effectifs ou

d'un report motivé par la baisse du Puffin des Anglais *Puffinus puffinus* (SUTTON et al., 2017).

L'investissement parental pourrait contribuer à atténuer le rejet de certaines proies inhabituelles ou de saveur désagréable. Cette hypothèse pourrait être formulée pour un couple de faucons pèlerins qui pratiquait de façon répétée le cleptoparasitisme aux dépens de corneilles noires *Corvus corone* ayant capturé des lapins de garenne (ZUBEROGOITIA, et al., 2002a et b), et dont les jeunes ont pu apprendre ainsi par imitation à reconnaître ce mammifère comme une proie potentielle et à se l'approprier le cas échéant par la même technique.

Plusieurs cas de préférence alimentaire ont été observés. Un faucon pèlerin mâle territorial, suivi de 1999 à 2002 sur la côte de Bizkaia, pourvoyait sa nichée d'un grand nombre de goélands leucophées *Larus michahellis*, ce que ne pratiqua plus le mâle qui le remplaça en 2002 (ZUBEROGOITIA, 2016). Il en est de même chez d'autres rapaces diurnes. Chez l'Aigle royal *Aquila chrysaetos*, qui n'est pas connu pour être un prédateur piscivore (CRAMP & SIMMONS, 1980)³, les individus détenus au centre de recherche de Patuxent (USA) refusaient naturellement le poisson... comme certains pygargues à tête blanche *Haliaeetus leucocephalus* ! Nourris en alternance de poussins et de poissons, ces deux rapaces ne s'alimentaient pas les jours du poisson (ELLIS, 2013) ! Dans les centres de soins français, certaines préférences alimentaires individuelles ont été notées chez diverses espèces (Gérard Grolleau,

3 A noter que 83 tentatives de capture ont été observées sur des truites arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss* dans l'Arizona (BROWN, 1992) et que des aigles royaux assemblés en petit nombre dans les zones de frai se nourrissaient des restes des saumons rouges *Oncorhynchus nerka* entamés par les pygargues de Steller *Haliaeetus pelagicus* au Kamchatka (LADYGIN, 1994 in ELLIS, 2013).



in litt.), dont l'Aigle de Bonelli (Christian Pachteau, in litt.). La plus surprenante concerne le Balbuzard, piscivore à 99 % en nature (CRAMP & SIMMONS, 1980 ; POOLE, 1989), dont certains individus refusaient systématiquement toutes les espèces autres que les salmonidés et, singulièrement, dont l'un d'eux n'acceptait que des poussins, refusant tous les poissons (Gérard Grolleau, in litt.). Le cas d'espèce que nous avons présenté rejoint donc un ensemble d'observations isolées, insuffisamment portées à connaissance, qui attestent de l'existence de préférences alimentaires marquées au niveau individuel chez plusieurs espèces de rapaces.

Conclusion

La prise en compte des choix individuels chez le Faucon pèlerin, notamment liés à des préférences sensibles, pourrait

participer à la compréhension de certains facteurs du fonctionnement de ses populations. En effet, si l'appétibilité peut orienter ses choix, elle pourrait alors jouer un rôle dans ses déplacements. Ce trait comportemental est bien connu chez les mammifères et il est pris en compte notamment par certains bergers qui intègrent la personnalité de leurs animaux dans la conduite de leurs troupeaux (voir par exemple DESPRET & MEURET, 2016).

Il a été maintes fois observé qu'un jeune rapace dressé et nourri d'un type de proie a tendance à la chasser spontanément plus tard (BROSSET, 1982). Il en est vraisemblablement ainsi pour les faucons pèlerins nordiques qui migrent en même temps que les grandes bandes d'échassiers et de canards, et qui préfèrent à ces derniers des limicoles moins rentables mais dont ils sont nourris dans leur période juvénile (LINDBERG, 1993), par exemple dans l'embouchure de la Moulouya (BROSSET, 1959 ; BROSSET, 1982

et com. orale). De même, le déplacement d'un individu installé a parfois été révélé par un changement dans le choix des proies chez le Faucon pèlerin (ZUBEROGOITIA, 2016) et chez le Grand-duc d'Europe *Bubo bubo* (DEFONTAINES, 2002). Il n'y a en effet rien d'improbable à ce qu'un faucon soit fidèle à son image de recherche innée d'une forme avienne mais réalise des choix appris sur la base de facteurs d'appétibilité. Le rôle de l'empreinte n'est-elle pas vérifiée par exemple dans le choix des types de site de reproduction (FOX, 1995 ; DEVINE, 2016) ? Ainsi, la fixation d'un individu de la population flottante ne pourrait-elle être imputable dans certains cas à la disponibilité de proie(s) préférée(s) et/ou négligée(s) par d'autres congénères (corvidés, laridés) ?

Ces diverses observations suggèrent que l'appétibilité est bien un facteur qui intervient dans le choix du prédateur mais son importance n'est connue à ce jour que par l'anecdote, essentiellement chez des individus captifs chez lesquels sa mise en évidence est aisée. Elles questionnent toutefois sur l'approche méthodologique dominante qui privilégie aujourd'hui le comportement moyen (échantillons faibles, inventaires de proies sommés à l'échelle populationnelle, simplification statistique, ...) au risque de produire des profils stéréotypés qui occultent l'habileté des prédateurs à développer des réponses ajustées dans des écosystèmes diversifiés. Cette approche se doit bien sûr d'être étayée par un grand nombre d'observations circonstanciées. Elle pourrait ouvrir la voie à une approche moins mécaniste du fonctionnement des populations du faucon pèlerin. Elle devra évaluer dans quelle mesure et à quel degré l'appétibilité des proies pourrait permettre à une communauté de tempéraments individuels de limiter par ce

biais les compétitions, et donc de faciliter la cohabitation. L'utilisation pour partie partagée de certains domaines vitaux, hormis le site de nid (JENKINS & BENN, 1998), pourrait trouver là une part de l'explication et ainsi favoriser localement une utilisation complémentaire de ressources trophiques diversifiées.

Sur le plan de la conservation, la mise en évidence d'éventuelles préférences trophiques individuelles pourrait être un facteur à prendre en compte dans la médiation concernant certaines déprédations, en même temps que le développement de certains comportements appris. Les plaintes imputent encore trop souvent l'espèce alors que le succès de plusieurs déplacements ou de prélèvements d'individus identifiés a mis en évidence des comportements individuels (RUIZ-OLMO *et al.*, 2006 ; SANZ-AGUILAR *et al.*, 2009 ; MAYOL, 2012).

Enfin, ces observations ouvrent des perspectives pour les naturalistes de terrain en mettant en évidence l'intérêt de partager les observations qui considèrent la personnalité des individus (MERRICK & KOPROWSKI, 2017) et non exclusivement le comportement d'individus moyens, même si elles semblent parfois anecdotiques. Cette approche est particulièrement pertinente dans notre environnement en évolution régulière et imprévisible, dans lequel des initiatives individuelles peuvent être précieuses pour la survie de certaines populations.



Faucon pèlerin *Falco peregrinus*
© Laurent JOUBERT

Remerciements

Je remercie Gérard GROLLEAU, Roland LEROUX et Christian PACTEAU qui m'ont fait part de leur grande expérience des rapaces en captivité, Denis BUHOT et Pierre DEFONTAINES pour les améliorations suggérées ; et merci à Christiane pour sa relecture attentive. La revue remercie Laurent JOUBERT pour le crédit photographique.

Bibliographie

BAKER J.A. (1967). *The Peregrine*. New York Review of Books, New York, USA.

BEEBE F.L. (1960). The marine peregrines of the northwest Pacific coast. *The Condor*, 62(3) : 145-189.

BOUCHARDY C. (1986).- *La Loutre*. Ed. Sang de la terre, Paris, 174 p.

BRADLEY M. & OLIPHANT L.W. (1991). The diet of Peregrine Falcons in Rankin Inlet, Northwest Territories: an unusually high proportion of mammalian prey. *The Condor*, 93(1) : 193-197.

BRETT L.P., HANKINS W.G. & GARCIA J. (1976). Prey-lithium aversions. III: Buteo hawks. *Behavioral Biology*, 17(1) : 87-98.

BROSSET A. (1959). Les oiseaux de l'embouchure de la Moulouya (Maroc oriental). Les migrateurs. *Alauda*, 27: 36-60.

BROSSET A. (1973). Etude comparative de l'ontogenèse des comportements chez les rapaces Accipitridés et Falconides. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 32 (4) : 386-417.

BROSSET A. (1982). La prédation. *Bull. mens. O.N.C.*, 54 : 14-25.

BROWN B.T. (1992). Golden Eagles feeding on fish. *Journal of Raptor Research*, 26(1): 36-37.

BUCHANAN J.B. (1991). Two cases of carrion-feeding by Peregrine Falcons in western Washington. *Northwestern Naturalist*, 72(1): 28-29.

BYRE V.J. (1990) A group of young Peregrine Falcons preying on migrating bats. *Wilson Bull.* 102: 728-730

CADE T.J. (1982). *The Falcons of the World*. Harper Collins.

CHOI C.Y. & NAM H.Y. (2012). Migrating dragonflies: famine relief for resident Peregrine Falcons *Falco peregrinus* on islands. *Forktail*, 28: 149-151.

CRAMP S. & SIMMONS K.E.L. (1980). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 2. Oxford University Press.

CUGNASSE J.M. (1984). Le Faucon pèlerin *Falco peregrinus* dans le sud du Massif Central de 1974 à 1983. *Alauda*, 3 : 161-176.

CURIO E. (1976). *The ethology of predation* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.

DEFONTAINES P. (2002). Suivi sur 20 ans d'une population de Grands-ducs d'Europe *Bubo bubo* en Languedoc. *Alauda*, 70 (1) : 15-22.

DESPRET V. & MEURET M. (2016). Composer avec les moutons. Lorsque des brebis apprennent à leurs bergers à leur apprendre. Cardère, Lirac, France.

DEVINE A. (2016). Peregrine falcon dispersal and habitat imprinting (1994-2013). Doctoral dissertation, Illinois Natural History Survey.

DORST J. & CUISIN M. (1971). *La Vie des Oiseaux*. Editions Rencontre, Lausanne, volume 1.

DUQUET M. (1980). Cas de nécrophagie Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). *Falco*, 15 : 97-98.

ELLIS D.H., LARUE C.T., FACKLER J.K. &

- NELSON R.W. (2007).** Insects predominate in peregrine falcon predation attempts in Arizona. *Western Birds*, 38: 261-7.
- ELLIS D.H. (2013).** *Enter the realm of the Golden eagle*. Hancock House Publishers LTD., Washington.
- ELLIS D.H., SAGGESE M.D., NELSON R.W. & QUAGLIA A.I. (2019).** Robbing Ibis Nests as a Foraging Strategy of Peregrine Falcons in Patagonia, Argentina. *Journal of Raptor Research*, 53(4): 438-440.
- FOX N.C.. (1995).** *Understanding the bird of prey*. Hancock House Publishers.
- FOX N.C. (1981).** The hunting behaviour of trained northern goshawks. Pages 121-133. In: Kenward R.E. & Lindsay I.M. (eds). *Understanding the Goshawk*. International Association of Falconry and Conservation of Birds of Prey, Oxford, UK.
- GILBERT H.A. (1927).** Notes on the nesting habits of the Peregrine Falcon. *British Birds*, 21 : 26-30.
- GRISON B. (2021).** *Les portes de la perception animale*. Delachaux et Niestlé
- HENRY C. (1984).** Adaptation comportement du blaireau européen (*Meles meles* L.) à la prédation d'une espèce-proie venimeuse, le crapaud commun (*Bufo bufo* L.). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 39 (3): 291-296.
- HETZLER B.C. (2013).** Female Peregrine Falcon (*Falco peregrinus*) exploits fish as prey. *Western North American Naturalist*, 73(1): 107-109.
- HOLLAND D.C. (1989).** An instance of carrion-feeding by Peregrine falcon. *Raptor Res*, 23(4): 184.
- HUE F. & ETCHECOPAR R.D. (1962).** Rapaces termitophiles. *L'Oiseau et R.F.O.*, 32 (2) : 174-176.
- JACOB Y. & CAPOULADE M. (2010).** Prédation, compétition spatiale et dérangement interspécifique en baie de Morlaix. *Penn ar Bed*, 208 : 13-18.
- JENKINS A.R. & BENN G.A. (1998).** Home range size and habitat requirements of Peregrine Falcons on the Cape Peninsula. *J. Raptor Res*, 32: 90-97.
- KENWARD R. (2010).** *The goshawk*. Bloomsbury Publishing.
- LANDRY J. M. (2017).** *Le loup*. Delachaux et Niestlé.
- LESAFFRE G. (2006).** *Nouveau précis d'ornithologie*. Vuibert.
- LINDBERG P. (1993).** Food choice, hunting success and energy expenditure of peregrines *Falco peregrinus* during the breeding season in Sweden, with comparative data on food choice of gyrfalcons *Falco rusticolus*. Department of Zoology, University of Göteborg, Sweden: 1-49 et annexes.
- LOCKHART K., IRVINE C., MACLAURIN J. DOLGOVA S. & HEBERT C. E. (2020).** Peregrine falcon scavenges adult herring gull at nest site on Lake Superior, Ontario, Canada. *Journal of Raptor Research*, 54 (4) : 470-472.
- MAIZERET C. (1993).** L'aversion alimentaire chez les mammifères (Mammalia): ontogénèse et utilisation pour la prévention des dégâts de cervidés (Cervidae): revue bibliographique. *Gibier faune sauvage*, 10 : 217-227.
- MAYOL J. (2012).** Una controversia: las pardelas de Zembretta. *Quercus*, 321: 8-9.
- MERRICK M.J. & KOPROWSKI J.L. (2017).** Should we consider individual behavior differences in applied wildlife conservation studies? *Biological Conservation*, 209: 34-44.

- ORO D. (1996).** Colonial seabird nesting in dense and small sub-colonies: an advantage against aerial predation. *Condor*, 98: 848-850.
- ORO D. & TELLA J.L. (1995).** A comparison of two methods for studying the diet of the Peregrine Falcon. *J. Raptor Res.* 29: 207-210.
- PARADIS S. (2003).** Phylogénèse de l'aversion. Mémoire, Faculté de médecine, Laval (Québec).
- POOLE A. F. (1989).** *Ospreys: a natural and unnatural history* (Vol. 246). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- RATCLIFFE D. (1993).** *The Peregrine Falcon*. T & AD Poyser, London.
- RAZAFIMANJATO G., DE ROLAND L. A. R., RABEARIVONY J. & THORSTROM R. (2007).** Nesting biology and food habits of the Peregrine Falcon *Falco peregrinus radama* in the south-west and central plateau of Madagascar. *Ostrich-Journal of African Ornithology*, 78(1): 7-12.
- RIOLS C. (2021).** Le Pèlerin qui se prenait pour un Hobereau. *Rapaces de France* n°23 : 35.
- ROSNOBLET R. (1974).** Le Faucon pèlerin prédateur du Léopard vert. *Nos Oiseaux*, 32 : 202.
- RUIZ-OLMO J., DALMAU Q., ARGILAGÓS J.B., MASOLLER J.C. & CÁRDENAS G. (2006).** Daños del cuervo al ganado ovino en Cataluña. *Quercus*, (246): 18-25.
- RUTZ C. (2003).** Assessing the breeding season diet of goshawks *Accipiter gentilis*: biases of plucking analysis quantified by means of continuous radio-monitoring. *J. Zool., Lond.* 259: 209-217.
- SANZ-AGUILAR A., MARTÍNEZ-ABRAÍN A., TAVECCHIA G., MÍNGUEZ E. & ORO D. (2009).** Evidence-based culling of a facultative predator: efficacy and efficiency components. *Biological conservation*, 142 (2): 424-431.
- SUMNER J. & DAVIS K. (2008).** Observations of adult peregrine falcons capturing stoneflies. *Western Birds* 39:220-224.
- SUTTON L. J. (2016).** Status of the Peregrine Falcon *Falco peregrinus* on Lundy: Breeding ecology and prey spectrum. *Journal of the Lundy Field Society*, 5: 75-88.
- SUTTON L.J., BURRELL R.A. & LORAM S. (2017).** Spatio-temporal trends in the predation of large gulls by peregrine falcons (*Falco peregrinus*) in an insular breeding population. *Raptor Journal*, 11(1): 103-109.
- VARLAND D.E., BUCHANAN J.B., FLEMING T.L., KENNEY M.K., & VANIER C. (2018).** Scavenging as a food-acquisition strategy by Peregrine Falcons. *The Journal of Raptor Research*, 52(3) : 291-308.
- VIEIRA B.P. & MONSALVO J.A.B. (2013).** Peregrine falcons capture fish in Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 21(4): 217-220.
- WHITE C.M. & ROSENEAU D.G. (1970).** Observations on food, nesting, and winter populations of large North American falcons *The Condor*, 72(1): 113-115.
- WYNN R.B., McMINN-GRIVE M. & RODRIGUEZ-MOLINA A. (2010).** The predation of Balearic shearwaters by peregrine falcons. *British Birds*, 103(6): 350-356.
- ZUBEROGOITIA I., RUIZ MONEO J. F., TORRES J.J. (Eds). (2002A).** *El Halcón Peregrino*. Dpto. Agricultura. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.
- ZUBEROGOITIA Í., IRAETA A., & MARTÍNEZ J.A. (2002B).** Kleptoparasitism by peregrine falcons on carrion crows. *Ardeola*, 49(1): 103-104.

ZUBEROGOITIA I. (2016). Halcón peregrino - *Falco peregrinus* Tunstall, 1771. In *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

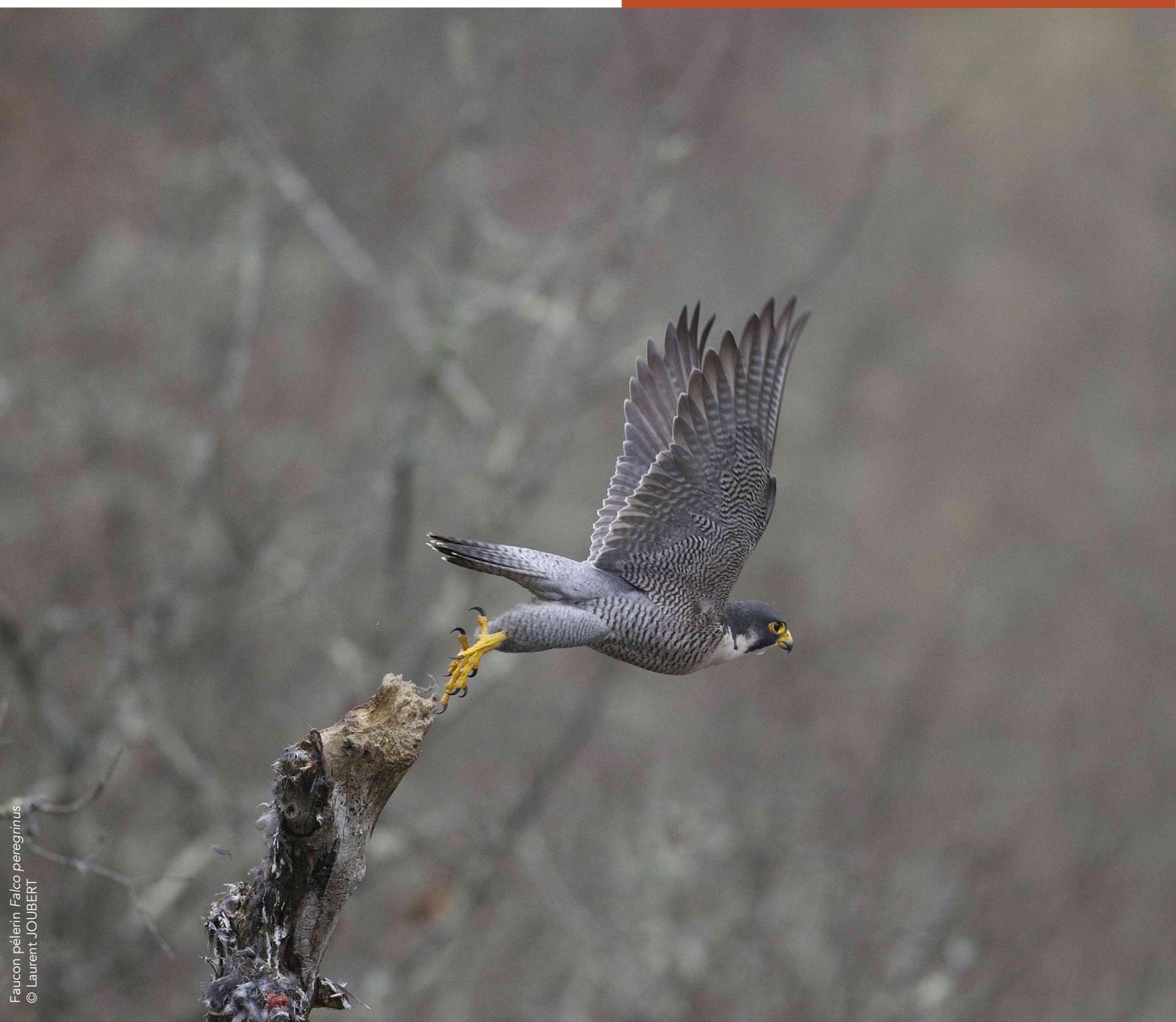
Pour citer cet article :

CUGNASSE , J-M. 2024.

L'appétibilité : un facteur de préférence prédatrice chez le Faucon pèlerin *Falco peregrinus*. *Plume de Naturalistes* 8 : 1-12.

ISSN 2607-0510

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



Faucon pèlerin *Falco peregrinus*
© Laurent JOUBERT

Etude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes

Par **Alix THUROW**¹ (athurow@exen.pro)

Yannick BEUCHER¹ (ybeucher@exen.pro)

Baptiste ANGIN² (ardops.environnement@gmail.com)

¹ EXEN ; 12130 Vimenet

² Ardops Environnement ; 97139 Les Abymes

Mots-clés : chiroptères, Petite Antilles, radiopistage, GPS, éolien.

Résumé

Soumises à diverses pressions anthropiques, les chauves-souris guadeloupéennes sont notamment menacées par le développement de l'éolien. Les éoliennes en exploitation constituent un risque de mortalité, en cas de collision et phénomène de barotraumatisme entre les chauves-souris en vol et les pales en mouvement. Aujourd'hui, il est difficile d'évaluer l'impact d'un projet éolien, en raison d'un manque de connaissances quant à la sensibilité aux risques de collision pour certaines espèces de chiroptères, en particulier les espèces omnivores, frugivores ou nectarivores, mais également pour les espèces peu connues et très vulnérables. Ciblées sur 4 espèces prioritaires (Sérotine de la Guadeloupe, Monophylle des Petites Antilles, Artibé de la Jamaïque, Ardops des Petites Antilles) et basée sur une méthode de suivi GPS et radiopistage



VHF, cette étude a permis d'étudier le comportement de vol et les zones d'activités de 3 espèces (Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe, Artibé de la Jamaïque). Les suivis ont mis en évidence les boisements voire les ravines forestières, comme siège de gîtes diurnes, et les espaces agricoles et urbanisés du littoral, comme zones d'activité récurrentes, notamment pour les espèces frugivores attirées par des arbres fruitiers parfois isolés. Ce contexte implique des trajectoires de transit concentrées au niveau des rivières et lisières de ravine, mais aussi ponctuellement en milieu ouvert cultivés. Pour les quelques individus suivis, le risque de collision éolien semblerait se présenter principalement lors de vols de transit, pour des déplacements depuis et vers le gîte diurne ou entre des zones d'alimentation. Cette étude propose alors des pistes de réflexion lors d'implantation de parcs éoliens, notamment en lien avec le contexte paysager, la présence d'essences végétales chiroptérophiles et le gabarit des éoliennes.

Introduction

1. Contexte général

a) Les chiroptères de Guadeloupe, espèces sensibles et menacées.

Les îles de la Guadeloupe, situées au sein de l'un des principaux « hotspot¹ » de biodiversité à travers le monde, comptent de nombreuses espèces endémiques de la faune et de la flore, soumises à diverses pressions les menaçant d'extinction (BROOKS 2002). Concernant les chiroptères, la Guadeloupe présente la plus grande richesse spécifique des Petites Antilles avec 14 espèces. Il s'agit des derniers mammifères terrestres indigènes encore présents sur l'archipel guadeloupéen. Ce groupe témoigne d'un endémisme important, avec une espèce strictement endémique de Guadeloupe (Sérotine de la Guadeloupe *Eptesicus guadeloupensis*), 3 espèces sub-endémiques (Chiroderme de la Guadeloupe *Chiroderma improvisum*, Murin de la Dominique *Myotis dominicensis*, Sturnire de la Guadeloupe *Sturnira thomasi*) et 4 espèces endémiques des Petites Antilles (Monophylle des Petites Antilles *Monophyllus plethodon luciae*, Ardops des Petites Antilles *Ardops nicholli*, Natalide isabelle *Natalus stramineus*, Fer de lance de Schwartz *Artibeus schwartzi*) (GROUPE CHIROPTÈRES DE GUADELOUPE (GCG) 2015). Parmi les 6 espèces non endémiques de l'archipel, on retrouve des espèces à répartition plus large comme le Brachyphylle des Antilles *Brachyphylla cavernarum*, présent dans les Petites Antilles et à Porto Rico, les autres espèces : l'Artibé de la Jamaïque *Artibeus jamaicensis*, le Molosse commun *Molossus molossus*, la Tadaride du Brésil *Tadarida brasiliensis antillarum*, le Noctilion

¹ Points chauds de biodiversité, dont chacun compte au moins 1500 espèces de plantes endémiques et ne possède pas plus de 30 % de son habitat naturel d'origine (BROOKS 2002).



Artibeus jamaicensis
© Erwann THEPAUT

pêcheur *Noctilio leporinus mastivus* et le Ptéronote de Davy *Pteronotus davyi*, ont une répartition incluant certaines îles des Caraïbes et le continent Américain (IBÉNÉ *et al.* 2007).

La richesse de cette faune chiroptérologique s'exprime par des régimes alimentaires variés (insectivores, omnivores, pollinivores, nectarivores, frugivores, piscivores) et une utilisation d'habitats diversifiés. Les chiroptères de Guadeloupe remplissent alors des fonctions importantes dans les écosystèmes, telles que la pollinisation, la dissémination des graines et la consommation d'insectes. Ils rendent donc de nombreux services écosystémiques (GCG 2015). Les espèces insectivores et piscivores se situant en bout de chaîne alimentaire et les espèces exploitant les ressources végétales étant très conditionnées par la qualité des forêts, leur position au sein des écosystèmes leur confère une qualité d'indicateur quant à l'intérêt biologique de leur milieu naturel (BARATAUD & GIOSA 2014).

Étudiées depuis une cinquantaine d'années, les chauves-souris guadeloupéennes ont fait l'objet de plusieurs missions d'inventaires et de recherches ayant permis d'avancer sur la connaissance de leur écologie, leur répartition géographique, et la localisation de leurs gîtes. Toutefois, la découverte de certaines espèces rares et endémiques comme le Chiroderme de la Guadeloupe ou la Sérotine de la Guadeloupe sont récentes et leur écologie reste très mal connue aujourd'hui.

Toutes protégées depuis 2018 (LÉGIFRANCE 2018), elles souffrent de la perte généralisée de leurs habitats naturels liée à l'urbanisation et la déforestation, mais également de dérangements et de la destruction de leurs gîtes, du braconnage, d'une pollution intense liée à l'agriculture intensive, d'une pression de prédation par

des espèces de mammifères introduites et des catastrophes naturelles, comme les cyclones impactant les ressources alimentaires en fruits et fleurs (BARATAUD & GIOSA 2013, BASCOLE 2021, GCG 2015). Enfin, le développement récent des parcs éoliens sur les Petites Antilles, engendrant des mortalités, ajoute de nouvelles pressions sur certaines populations de chauves-souris (ASSOCIATION POUR LA SAUVEGARDE ET LA RÉHABILITATION DE LA FAUNE DES ANTILLES (ASFA) 2014, BASCOLE 2021, GCG 2015). Les chiroptères de Guadeloupe sont aujourd'hui considérés comme un groupe au statut de conservation défavorable, comprenant plusieurs espèces menacées d'extinction à l'échelle mondiale et locale (UICN 2021).

b) Le développement de l'éolien en Guadeloupe.

L'impact moindre de la production éolienne sur l'environnement comparé à celui causé par les sources d'énergie traditionnelles justifie l'importante croissance mondiale de l'éolien terrestre au cours des dernières décennies (SAIDUR *et al.* 2011). En effet, la production de cette énergie est moins polluante et moins consommatrice en eau, elle détient aujourd'hui une place importante dans les systèmes énergétiques mondiaux (SYNDICAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES, SAIDUR *et al.* 2011). L'Europe, pionnière dans le développement de l'éolien, impose à la suite des accords de Kyoto de 2005, la directive européenne 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (EUR-LEX 2009). En France, dès 2010, la loi Grenelle II redéfinit les trajectoires des politiques énergétiques du territoire et est rapidement suivie par la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (2015), fixant la part des énergies renouvelables à au moins 32 %

de la consommation nationale à l'horizon 2030 (LÉGIFRANCE 2015, LÉGIFRANCE 2010). La production au moyen de l'énergie cinétique du vent se développe alors en France, que ce soit par l'implantation de nouveaux parcs éoliens ou par le remplacement d'éoliennes désuètes par des éoliennes de grande puissance (MEEM 2017, CYCLEO 2015).

Le développement éolien sur l'archipel de Guadeloupe suit donc cette dynamique nationale. Depuis 2013, il est boosté par l'arrêté ministériel du 08 mars (modifié par l'arrêté du 12 février 2021), offrant un tarif d'achat bonifié de l'électricité produite par les éoliennes en zone cyclonique (LÉGIFRANCE 2013). Aujourd'hui, 9 parcs éoliens sont présents en Guadeloupe (Figure 1), sur les communes d'Anse-Bertrand, Petit-Canal, Saint-François, la Désirade, Capesterre, Marie-Galante et

Sainte-Rose. La production d'énergie éolienne de l'archipel a augmenté de 46,5 % entre 2020 et 2021 et représente aujourd'hui une puissance de 56 mégawatts (DEAL GUADELOUPE 2021a).

c) La sensibilité des chauves-souris de Guadeloupe au risque de mortalité lié aux éoliennes, une question urgente vers une meilleure maîtrise des impacts.

Comme évoqué précédemment, les chauves-souris guadeloupéennes sont soumises à plusieurs pressions d'origines anthropiques (BARATAUD & GIOSA 2013). Parmielles, le développement éolien récent représente une menace de destruction de leur habitat naturel, la création de nouveaux parcs pouvant engendrer une destruction de zones de gîtes, de milieux de chasse et d'alimentation, et de corridors. Les éoliennes constituent

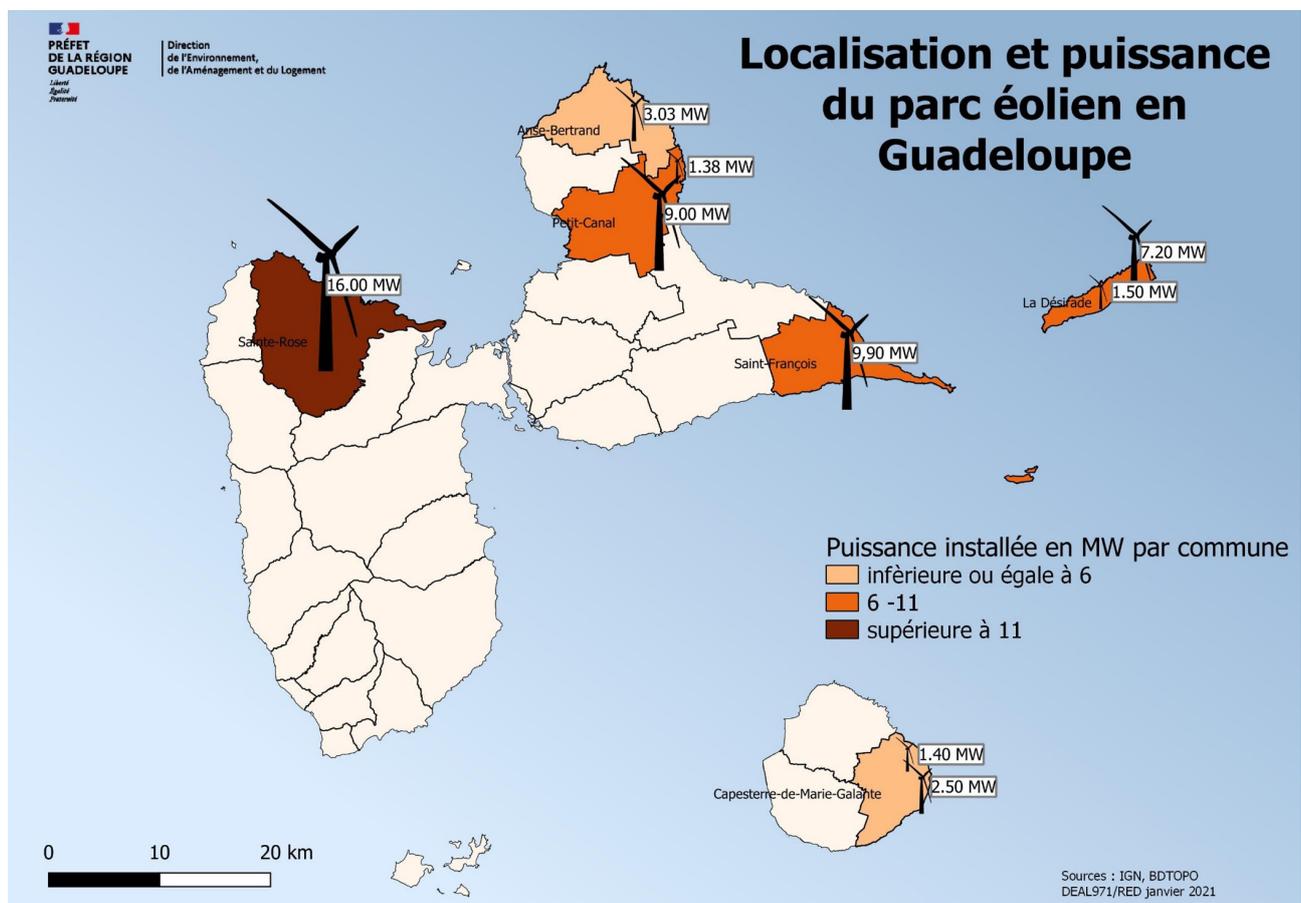


Figure 1. Localisation et puissance du parc éolien de Guadeloupe (DEAL GUADELOUPE 2021a).

également un risque de mortalité en phase d'exploitation, puisque les chauves-souris entrent en collision ou subissent des barotraumatismes avec les pales en mouvement (BAERWELD et al. 2008). En complément des connaissances sur les impacts recensés, l'écologie de chaque espèce, et notamment les comportements de vol, permet d'identifier le niveau de sensibilité au risque de collision, celui-ci dépend notamment des comportements de chasse, de la hauteur de vol, des capacités migratoires...

Dans les Petites Antilles, il est aujourd'hui difficile d'estimer l'impact d'un projet éolien en amont de sa construction, puisqu'aucune étude n'a encore évalué la sensibilité des espèces au risque de collision (ASFA 2014, GCG 2015). Avant l'implantation des premiers parcs et sur la base des connaissances initiales, il était supposé que les espèces insectivores de haut-vol seraient les plus exposées, comme la Tadaride du Brésil ou le Molosse commun. En effet, ces deux espèces communes à large répartition géographique sont connues pour chasser des insectes en plein ciel et voler à hauteur de rotors des éoliennes. Plusieurs études indiquent la Tadaride du Brésil comme l'une des espèces les plus impactées par les parcs éoliens américains et le Molosse commun est mentionné comme l'espèce la plus retrouvée sous un parc de Puerto Rico (MILLER 2008, PIORKOWSKI & O'CONNELL 2010, RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Cependant, des cas des mortalités d'autres espèces néotropicales avaient été mentionnés lors du suivi d'un parc de Puerto Rico. Ils concernaient notamment le groupe des Phyllostomidés (*Artibeus jamaicensis*, *Monophyllus redmani*, *Stenoderma rufum*, *Brachyphylla cavernarum* et *Erophylla bombifrons*), potentiellement impactés lors de leur déplacement de transit, et

les groupes des Noctilionidés (*Noctilio leporinus*), Mormopidés (*Mormoops blainvillei*) et Vespertilionidés (*Eptesicus fuscus* et *Lasiurus minor*) (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015).

En Martinique et Guadeloupe, les premiers suivis de mortalité de deux parcs éoliens menés ces dernières années ont témoigné d'une majorité de mortalités pour les espèces de Molossidés, mais aussi pour d'autres espèces frugivores et nectarivores des Petites Antilles (BASCOLE 2021, EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Les deux années de suivis de la mortalité du parc de Sainte-Rose en Guadeloupe (entre 2019 et 2022) indiquent de nombreux cas de mortalité pour le Molosse commun et plusieurs cas pour la Tadaride du Brésil, et des cas pour les espèces omnivores, frugivores ou nectarivores, comme le Brachyphyllle des Antilles, l'Ardops des Petites Antilles, l'Artibé de la Jamaïque et le Monophyllle des Petites Antilles (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). En parallèle, le suivi mortalité mené sur le parc éolien de Grand'Rivière en Martinique au cours des mêmes années, révèle un nombre considérable de mortalités pour le Molosse commun et la Tadaride du Brésil, ainsi que pour le Monophyllle des Petites Antilles, qui est finalement l'espèce la plus impactée par ce parc (BASCOLE 2021). Les études d'impact réalisées pour le développement de ces deux parcs sous-estimaient l'impact des éoliennes sur ce groupe d'espèces (ASFA 2014, BASCOLE 2021). De plus, d'autres espèces insectivores ont été retrouvées lors des suivis mortalité. C'est le cas du Ptéronote de Davy et de la Sérotine de la Guadeloupe, pour laquelle un cas de mortalité a été trouvé sur le parc de Sainte-Rose en 2020 (BASCOLE 2021, EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Il apparaît donc urgent d'améliorer les connaissances quant à la sensibilité aux risques de collision pour les espèces omnivores, frugivores ou

nectarivores, mais également pour les espèces peu connues et très vulnérables, comme la Sérotine de la Guadeloupe.

2. Vers une amélioration de la prise en compte des chiroptères dans l'évaluation des impacts éoliens

a) Initiation de l'étude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de collision éolien.

Comme vu précédemment, il est urgent d'évaluer la sensibilité des espèces guadeloupéennes au risque de mortalité lié aux éoliennes pour tendre vers une meilleure prise en compte des chiroptères dans les projets éoliens et dans le choix des mesures de réduction de leurs impacts. Pour ce faire, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur le comportement de vol des espèces impactées, en particulier les espèces rares et endémiques peu connues, mais aussi les espèces peu détectables acoustiquement pour lesquelles les suivis acoustiques en hauteur montrent des limites dans l'évaluation des conditions de vols à risques.

C'est dans ce but que l'entreprise VALOREM a missionné le bureau d'études EXEN pour mener une étude de recherche appliquée. Après échanges entre EXEN, Ardops environnement, Valorem et les services de l'état (DEAL Guadeloupe), l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation initial (DEAL Guadeloupe 2015), mentionnant a été modifié en 2021 via un nouvel arrêté préfectoral complémentaire mentionnant désormais la participation de l'exploitant à des études écologiques et éthologiques adéquates, permettant de déterminer « les habitudes de vie et de déplacement des espèces de chiroptères fréquentant les sites des parcs

éoliens » et « d'améliorer les connaissances sur l'utilisation des milieux par celles-ci » (DEAL GUADELOUPE 2021b). Pour remplir ces objectifs, EXEN a donc engagé en 2022 une étude en collaboration avec Ardops Environnement, pour mieux comprendre comment les espèces de chiroptères guadeloupéennes exploitent leur environnement et comment leurs comportements de vol peuvent les exposer à une sensibilité spécifique à l'éolien.

b) Objectifs et choix des espèces cibles prioritaires.

L'objectif principal était de caractériser l'activité nocturne des espèces guadeloupéennes exposées au risque de mortalité éolien. En priorité, il s'agissait de suivre les espèces au statut de conservation défavorable, mais également les espèces pour lesquelles les connaissances du comportement nocturne ne présument pas de sensibilité particulière (espèces nectarivores ou frugivores, très peu détectées acoustiquement en hauteur et pourtant impactées par les éoliennes). Sous réserve du succès de capture, il s'agissait par ordre de priorité de suivre des individus de : Sérotine de la Guadeloupe, Monophylle des Petites Antilles, Ardops des Petites Antilles et Artibé de la Jamaïque. En cas de capture et de matériel suffisant, le Ptéronote de Davy et le Brachyphylle des Antilles pouvaient également être suivis. De même, en fonction des conditions de capture, le Chiroderme de la Guadeloupe pouvait être suivi. Bien qu'aucun cadavre de cette espèce n'ait été retrouvé sous les éoliennes, sa sensibilité au risque éolien était inconnue.

Les résultats de ces suivis visaient une meilleure connaissance du domaine vital, des comportements de vol et des rythmes d'activité nocturnes de ces espèces. Il

s'agissait de caractériser l'activité sur le plan géographique, mais aussi sur le plan altitudinal (rythme d'activité nocturne, hauteur de vol, milieux de chasse, ressources alimentaires, voies de transit, distances d'éloignement du gîte...). Ainsi, ces suivis devaient aider à une meilleure évaluation de la sensibilité de ces espèces au risque de collision et à une détermination plus concrète des risques. En amont de l'étude, les connaissances initiales des espèces cibles sont résumées ci-dessous.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)



Découverte en 1974, la Sérotine de la Guadeloupe est la seule espèce de chauve-souris endémique de Guadeloupe. Jusqu'alors, elle n'a été contactée que sur l'île de Basse-Terre et aucun de ses gîtes n'a été découvert. Les dernières captures remontaient aux années 2000, avant une récente recapture en 2022 (B. Angin et V. Ruffray comm. pers.). Principalement capturée au niveau des massifs forestiers de Basse-Terre, l'espèce semble apprécier les forêts marécageuses, mésophiles et ombrophiles (BARATAUD & GIOSA 2013). Insectivore, elle est supposée chasser principalement au niveau des lisières et canopées, mais également dans des milieux plus ouverts (ASFA 2014). Ses signaux d'écholocation sont forts et permettent

de détecter l'espèce à une distance raisonnable. Cependant, le répertoire acoustique de l'espèce est encore mal connu et elle peut être confondue avec d'autres taxons (*Brachyphylla cavernarum*, *Tadarida brasiliensis*) (BARATAUD et al. 2015). Le nombre de contacts attribués à cette espèce est très réduit sur les dernières études de grande ampleur (BARATAUD & GIOSA 2013). Très peu capturée et peu contactée acoustiquement, l'espèce est considérée comme très rare (BARATAUD & GIOSA 2013), aux tendances de population en diminution (UICN 2021). En 2021, la liste rouge des espèces menacées de Guadeloupe lui attribue un statut de conservation très défavorable. Elle est alors considérée comme en danger critique d'extinction à l'échelle guadeloupéenne et en danger d'extinction à l'échelle mondiale (UICN 2021).

En octobre 2020, un individu de l'espèce a été retrouvé impacté par les éoliennes de Sainte-Rose (SITELECO 2021). Les suivis acoustiques menés sur le parc depuis 2020 témoignent d'une activité faible mais régulière, avec plusieurs contacts sur l'année entière. D'après les résultats du suivi acoustique entre mars 2021 et mars 2022, elle semblait exploiter le site à diverses heures de la nuit et plusieurs détections en début et fin de nuit laissaient supposer la présence d'une zone de gîte à proximité (EXEN 2022a).

Monophylle des Petites Antilles (*Monophyllus plethodon*)



Endémique des Petites Antilles, le Monophylle est largement réparti sur les îles de l'archipel. Pour établir ses gîtes, l'espèce privilégie les cavités, notamment souterraines mais également arboricoles (IBÉNÉ *et al.* 2007). Elle est principalement nectarivore et pollinivore, se nourrissant de diverses essences sauvages et cultivées, telles que les fleurs de bananiers (BARATAUD & GIOSA 2014). Elle est contactée dans plusieurs milieux naturels, comme les ravines et lisières de forêts sèches, mésophiles, humides (BARATAUD *et al.* 2017) ou marécageuses, mais également dans les cultures et jardins en fleurs. Ses zones d'alimentation dépendent très probablement des arbres en floraison. La liste rouge des espèces de Guadeloupe classe le Monophylle des Petites Antilles en statut de conservation vulnérable à l'échelle guadeloupéenne et en préoccupation mineure à l'échelle mondiale. Les connaissances actuelles ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Cette espèce présente un sonar à haute fréquence, dont les signaux ne sont détectables qu'à 10 mètres de distance maximum (BARATAUD *et al.* 2015). En raison de cette très faible intensité d'émission, les inventaires et suivis acoustiques montrent des limites pour évaluer sa présence.

Sur le parc de Sainte-Rose, le Monophylle des Petites Antilles avait été contacté au sein des boisements et ravines autour du site (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), puis à hauteur de nacelle, au niveau de la ligne d'éoliennes de Bellevue en 2021 (SITELECO 2021). Lors du suivi acoustique mené entre mars 2021 et mars 2022, aucun enregistrement de l'espèce n'avait été relevé. Pourtant, un cadavre a été retrouvé au pied d'une éolienne sur la même période de suivi (EXEN 2022a). Déjà impacté lors de la précédente année de suivi, le Monophylle des Petites Antilles

représente 6 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELECO 2021). Il est également lourdement impacté par le parc éolien martiniquais de Grand'Rivière, où il représente l'espèce la plus retrouvée sous les éoliennes (BASCOLE 2021).

Il était pourtant initialement considéré comme peu sensible au risque de mortalité. Son exposition au risque éolien reste donc à évaluer.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)



L'Ardops des Petites Antilles est une espèce de chauves-souris endémique des Petites Antilles. Principalement arboricole, l'Ardops trouve ses gîtes au niveau des feuillages et branchages (IBÉNÉ *et al.* 2007). Frugivore et occasionnellement insectivore, il est présent dans tous les types de milieux forestiers, voire dans les milieux dégradés ou les jardins (IBÉNÉ *et al.* 2007). Toutefois, il semble préférer les forêts denses et humides comme la mangrove et les forêts marécageuses et ombrophiles (BARATAUD & GIOSA 2014, BARATAUD *et al.* 2017, IBÉNÉ *et al.* 2007). Actuellement, l'Ardops des Petites Antilles est classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale. Les connaissances ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Très difficilement détectable acoustiquement, l'espèce n'est audible qu'à 5 mètres de distance maximum (BARATAUD *et al.* 2015). Il fait donc partie des espèces pour lesquelles les signaux d'écholocation rendent les inventaires et suivis acoustiques difficiles et peu pertinents pour une évaluation fiable de sa présence.

Le suivi acoustique du parc de Sainte-Rose n'avait pu enregistrer qu'un seul contact d'Ardops des Petites Antilles entre mars 2021 et mars 2022, au niveau d'un enregistreur à cinq mètres du sol. Pourtant, l'espèce avait été impactée à deux reprises sur la même période de suivi (EXEN 2022a) et représente 6 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Jusqu'alors, aucune étude n'avait évalué la sensibilité au risque éolien de l'Ardops des Petites Antilles.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)



Espèce à plus large répartition géographique, l'Artibé de la Jamaïque est présent dans les Caraïbes et en Amérique centrale. En Guadeloupe, il est connu sur toutes les îles de l'archipel (IBÉNÉ *et al.* 2007). Espèce ubiquiste, il trouve ses gîtes

dans divers habitats tels que les grottes, les feuillages, les cavités arboricoles et les bâtiments. L'Artibé de la Jamaïque est une espèce à dominance frugivore, plus rarement nectarivore ou insectivore. Il est omniprésent dans de nombreux milieux de l'archipel, dont les habitats forestiers (aussi bien au niveau des lisières et canopées qu'en sous-bois), les jardins et les zones anthropiques ou cultivées (BARATAUD & GIOSA 2014, IBÉNÉ *et al.* 2007). Cette espèce est considérée comme l'espèce frugivore la plus commune de Guadeloupe. En 2021, il était classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale. Les connaissances ne permettaient pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Comme les autres espèces de Phyllostomidés, il est difficilement détectable acoustiquement, avec une distance de détection de huit mètres maximum (BARATAUD *et al.* 2015). La technologie acoustique reste donc limitée pour suivre son activité.

Lors du suivi acoustique du parc de Sainte-Rose entre mars 2021 et mars 2022, l'espèce n'avait été détectée que quelques fois sur deux enregistreurs à cinq mètres du sol. Pourtant, l'Artibé de la Jamaïque a été impacté à trois reprises sur la même période de suivi (EXEN 2022a) et représente 4 % des cas de mortalité sur les deux années de suivi du parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). L'espèce était également mentionnée lors du suivi d'un parc de Puerto Rico, avec 4 cadavres retrouvés sur deux ans (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Comme pour l'Ardops des Petites Antilles, la sensibilité au risque de collision de l'Artibé de la Jamaïque n'avait pas été évaluée avec précision et semble donc avoir été sous-estimée dans les études d'impact éolien.

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)



Le Chiroderme de la Guadeloupe est une espèce endémique de Montserrat, de la Guadeloupe et de Saint-Kitts-et-Nevis. En amont de l'étude, aucun de ses gîtes n'avait été inventorié, mais il était supposé vivre en petites colonies arboricoles (IBÉNÉ et al. 2007). Espèce très certainement frugivore, il est supposé exploiter des zones forestières, en lisières et canopées. Les quelques captures témoignaient de sa capacité à s'éloigner des lisières et à voler en milieux plus ouverts (capturé à une vingtaine de mètres d'une lisière) (ASFA 2014, IBÉNÉ et al. 2007). Le Chiroderme de la Guadeloupe est aujourd'hui considéré comme une espèce très rare, un statut de conservation défavorable. Il est classé en danger d'extinction à l'échelle guadeloupéenne et à l'échelle mondiale (UICN 2021). La tendance évolutive de ses populations n'est pour l'instant pas connue (UICN 2021).

Le Chiroderme présente lui aussi une faible distance de détection de ses signaux d'écholocation, estimée entre quatre et six mètres maximum (BARATAUD et al. 2015). L'espèce n'avait jamais été détectée sur le parc de Sainte-Rose et n'avait pas non plus été retrouvée impactée lors des suivis mortalité (EXEN 2022a, SITELECO

2021). Toutefois, il a historiquement été capturé sur deux sites très proches et était supposé fréquenter les environs des éoliennes (ASFA 2014). Les habitudes de vol du Chiroderme ne sont pas suffisamment connues pour juger de sa sensibilité au risque éolien (ASFA 2014). Son comportement de vol à hauteur de canopée avec une possibilité de s'éloigner des lisières pourrait l'exposer à des risques de mortalité, en particulier sur des parcs situés à proximité de lisières de boisement (ASFA 2014).

Etant donné l'absence de mortalité trouvée jusqu'alors sur le parc éolien de Sainte-Rose, le Chiroderme de la Guadeloupe est ciblé par la présente étude, mais de façon non prioritaire. Il ne devait être suivi qu'en cas de capture et sous réserve de moyens matériels et humains suffisants.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)



Espèce endémique des Antilles, le Brachyphylle est présent sur les îles des Petites Antilles, à Puerto Rico et aux Iles Vierges (IBÉNÉ et al. 2007). En Guadeloupe, il est connu sur toutes les îles de l'archipel et gîte principalement en cavités souterraines et en bâtiments, formant des colonies pouvant atteindre plusieurs milliers d'individus (IBÉNÉ

et al. 2007). Espèce omnivore, il se nourrit de fruits, nectars et pollens, mais peut également consommer une part importante d'insectes, notamment en début de saison sèche (LENOBLE et al. 2015). Espèce ubiquiste, il fréquente la majorité des habitats de l'archipel (BARATAUD & GIOISA 2014). En zone forestière, il se nourrit principalement en canopées (IBÉNÉ et al. 2007).

En 2021, il est classé en statut de conservation « préoccupation mineure » à l'échelle guadeloupéenne et mondiale, et les connaissances actuelles ne permettent pas de statuer sur la tendance de ses populations (UICN 2021).

Contrairement au reste des Phyllostomidés, l'intensité d'émission de ses signaux d'écholocation est considérée comme forte, avec une distance de détection de 20 à 40 m (BARATAUD et al. 2015). Le suivi acoustique, mené sur le parc de Sainte-Rose entre mars 2021 et mars 2022, témoignait d'une activité régulière, principalement en milieu de nuit, avec des contacts sur l'année entière et sur différents points de suivis (EXEN 2022a). Au cours des deux années de suivi mortalité, 10 cadavres de *Brachyphylle* ont été retrouvés, soit 15 % des cas de mortalité, classant l'espèce au deuxième rang des espèces les plus impactées par le parc (EXEN 2022a, SITELÉCO 2021). Le *Brachyphylle* était également mentionné lors du suivi d'un parc de Puerto Rico, avec 3 cas de mortalité sur une année de suivi (RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES 2015). Cette espèce de canopée est connue pour se déplacer en hauteur et donc potentiellement au niveau des zones de rotation des pales (ASFA 2014). Le *Brachyphylle* apparaît comme une espèce cible non prioritaire de la présente étude et ne devait être suivi qu'en cas de capture et sous réserve de moyens matériels et humains suffisants.

Méthode et matériel

1. Zone et période d'étude

a) Période d'étude et conditions météorologiques.

Les périodes de missions de terrain ont été choisies pour se rapprocher au mieux des périodes où l'activité acoustique et le nombre de mortalités étaient les plus élevés sur le parc éolien de Sainte-Rose (EXEN 2022a). Deux sessions ont ainsi été organisées du 10 au 19 mai 2022 et du 13 au 22 septembre 2022, couvrant la saison humide et la saison sèche.

La session de mai s'est déroulée sous de bonnes conditions météorologiques, avec des températures d'environ 33°C le jour et 25°C la nuit et un temps principalement sec, entrecoupé de quelques averses courtes en journée.

La session de septembre a été altérée par des conditions météorologiques pluvieuses, avec le passage de la tempête tropicale Fiona du 16 au 17 septembre, pendant laquelle l'étude a été suspendue. En-dehors de ces jours, les averses n'ont pas entravé la réalisation des captures et des suivis.

b) Zone d'étude

Les espèces cibles prioritaires étant connues pour exploiter les environs du parc éolien de Sainte-Rose, l'étude a été menée autour du parc éolien, au nord de l'île de Basse-Terre (**Figure 2**).

Les lignes de relief de l'Espérance et de Bellevue, où sont implantées les éoliennes, sont constituées de milieux ouverts agricoles, principalement des champs de canne à sucre. Elles sont bordées par plusieurs ravines (Rivière salée, Ravine des Bois, Rivière de la Ramée, Rivière Madame), descendant du boisement de forêt ombrophile surplombant le parc éolien (**Figure 3**). Ce milieu forestier comprend principalement le Bois de la

Ramée et le Bois du Comté, et remonte jusque plusieurs points hauts tels que le Piton de la Ramée, le Petit Belvédère, Morne Goton et la Source de Sofaia. Cette forêt humide présente un grand nombre de ravines et rivières descendant des reliefs, imposant une topographie particulière en créant des ruptures de pentes importantes et des fonds de ravines profonds. Entre la forêt et le littoral, les milieux sont principalement anthropiques avec une alternance de zones d'habitations et d'espaces agricoles (Figure 3). Les rivières, entourées de ripisylves plus ou moins dégradées, y rejoignent la mer en quadrillant cultures et habitations.

c) Localisations précises des captures

Pour chaque session, quatre captures ont été effectuées. Les positions des captures sont présentées en Figure 4 et les détails des milieux naturels associés sont résumés

dans le **Tableau 1**.

Pour ces captures, entre deux et trois filets de 6 à 15 mètres étaient positionnés de façon à maximiser les chances de capturer les espèces cibles, c'est-à-dire principalement en lisière de boisement ou de rivière, et à proximité d'arbres en fleurs et en fruits. Pour deux captures du mois de mai, l'installation de filets canopée sur cordes, à une vingtaine de mètres de haut, a également été tentée. Pour l'ensemble de ces nuits, les filets étaient ouverts au coucher du soleil puis pendant environ quatre heures.

2. Prise de mesures et équipement des balises GPS et VHF

a) Le choix de la méthode : suivis GPS et radiopistage VHF.

Jusqu'à récemment, les petites chauves-souris ne pouvaient pas être suivies par des

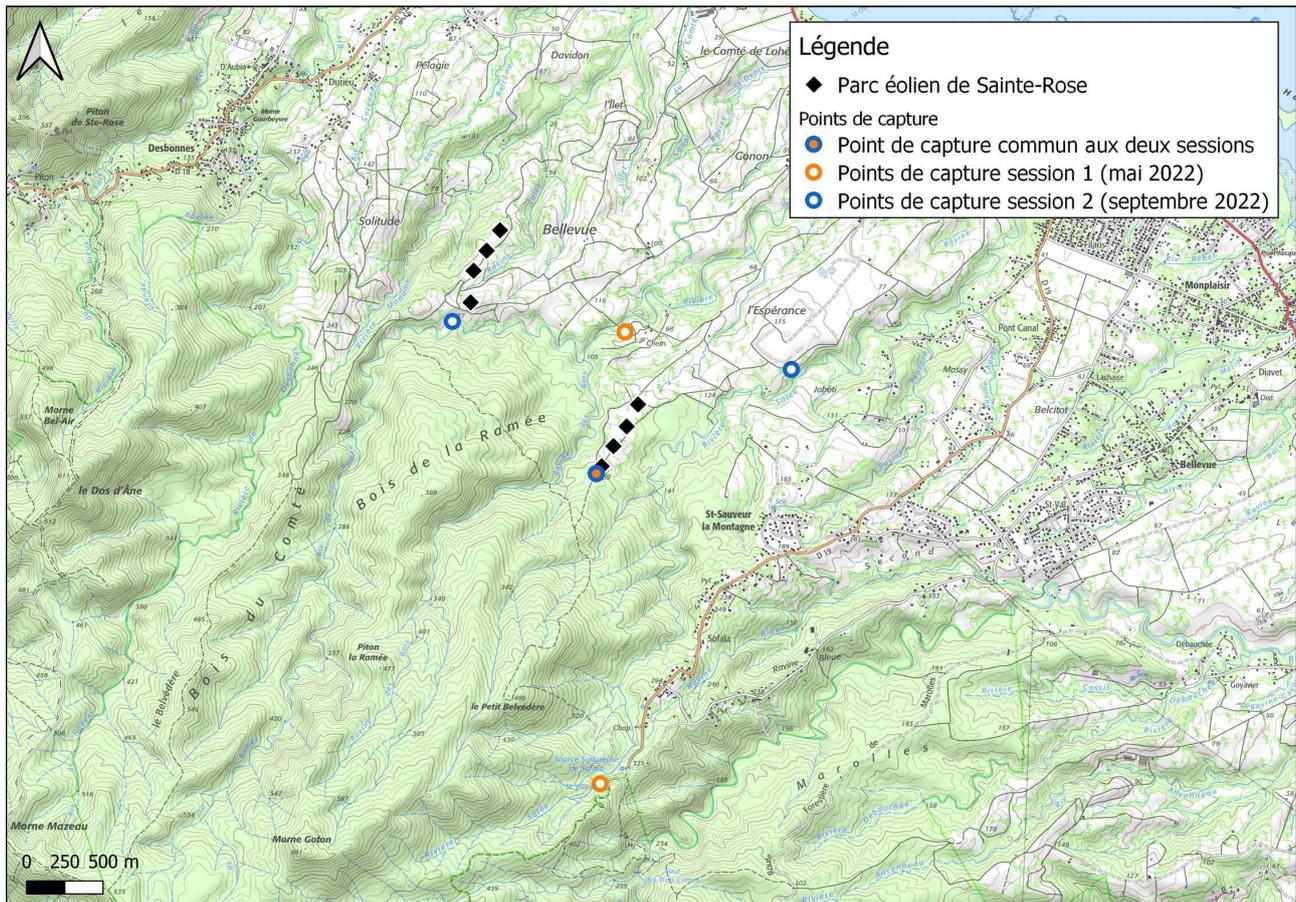


Figure 2.

Zone d'étude à large échelle et localisation des captures.

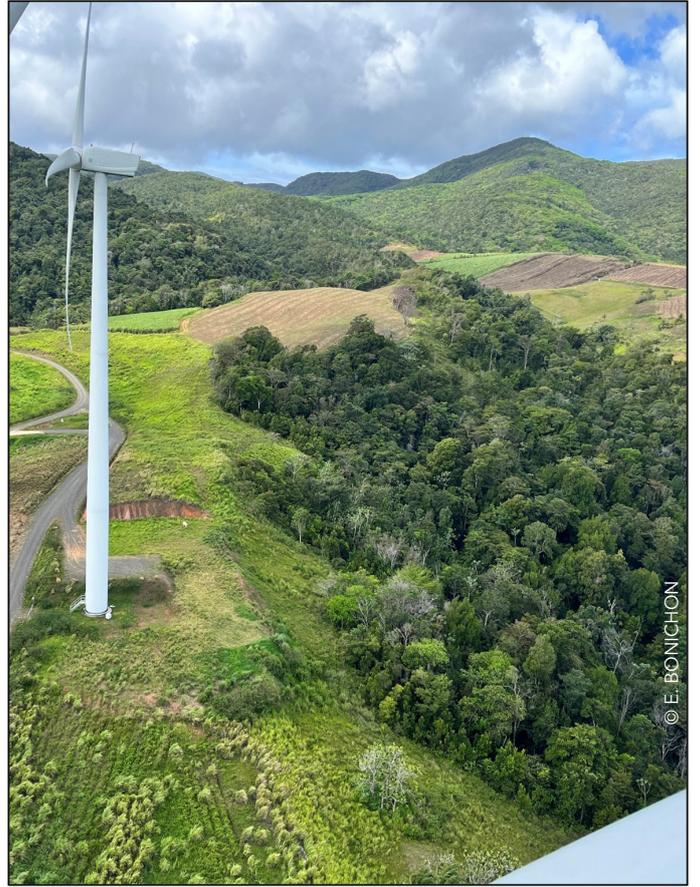


Figure 3.

Contexte paysager de la zone d'étude.

En haut, entre le parc éolien et le relief boisé, en bas, entre le parc et le littoral.

méthodes de technologies alternatives du système de positionnement global (GPS), en raison du coût et du poids des GPS (JONG et al. 2013, López-López 2016). Les études détaillées sur le mouvement des chiroptères ont donc été historiquement limitées (JONG et al. 2013). Aujourd’hui, la taille et le prix des dispositifs ayant fortement diminués, les suivis GPS sont plus

accessibles, ce qui ouvre la perspective de résultats précis sur les mouvements des chauves-souris, informations cruciales sur leur écologie (OLEKSY et al. 2015). Depuis 2016, EXEN a pu expérimenter plusieurs suivis GPS sur une espèce européenne (*Nyctalus lasiopterus*) (BEUCHER et al. 2022, THUROW 2018, THUROW & BEUCHER 2018). En quelques années de pratique, le matériel et

Tableau 1.

Caractéristiques des sessions de captures.

Session	Date	Milieu	Durée de capture (env.)	Type de filet	Nombre de filets
Mai 2022	10/05/2022	Ripisylve et lit de rivière	4 h	Filets japonais sur perches	3
	11/05/2022	Chemin forestier	4 h	Filet japonais sur perches et filet canopée	2
	12/05/2022	Chemin forestier et lisière de boisement	4 h	Filet japonais sur perches et filet canopée	2
	13/05/2022	Lisière de boisement	3 h	Filets japonais sur perches	2
Septembre 2022	13/09/2022	Lisière de boisement	4 h	Filets japonais sur perches	2
	14/09/2022	Lisière de ripisylve et milieu ouvert (prairie)	4 h 30	Filets japonais sur perches	3
	18/09/2022	Lisière de ripisylve et milieu ouvert (allée enherbée longeant champs de canne à sucre)	4 h	Filets japonais sur perches	2
	20/09/2022	Lisière de boisement	4 h	Filets japonais sur perches	2



Figure 4.

A gauche : filet canopée, capture du 11/05/2022, à proximité de la source de Sofaia.

A droite : filet sur perches, capture du 14/09/2022.

la méthode d'exploitation de cet outil ont pu être optimisés et ont montré un grand intérêt pour les mesures de hauteur de vol, l'inventaire des zones d'alimentation et les capacités de déplacement depuis les gîtes. Plus récemment, les nouveaux GPS ont été équipés d'un accéléromètre, enregistrant la valeur du mouvement de la chauve-souris au cours de la nuit et apportant donc des données très précises sur le rythme d'activité (EXEN 2022b).

Afin de remplir les objectifs de la présente étude, il fallait pouvoir suivre l'activité de plusieurs individus en même temps et obtenir des données précises sur le rythme d'activité nocturne, les zones exploitées et la hauteur de vol. La méthode de suivi par puce GPS paraissait donc la plus adaptée. Les GPS devaient enregistrer directement la position et l'altitude de la chauve-souris en fonction du temps, ainsi que la valeur du mouvement sur la nuit entière.

Cependant, les puces les plus légères disponibles aujourd'hui pèsent au moins 1,5 grammes. Sur les 4 espèces cibles prioritaires, seuls l'Ardops des Petites Antilles et l'Artibeus de la Jamaïque sont assez légers pour être équipés d'un GPS, en se rapprochant du seuil de 5 % de leur masse corporelle et sans dépasser les 10 %, comme préconisé dans la littérature (O'MARA *et al.* 2014). Pour la Sérotine de la Guadeloupe et le Monophylle des Petites Antilles, dont le poids est inférieur à 20 grammes, le choix s'est porté sur l'utilisation d'émetteurs radio VHF (Very High Frequency), de moins de 0,6 gramme. Ces équipements permettent de réceptionner un signal radio envoyé depuis la position de l'émetteur, que l'individu soit en vol ou au gîte. Ainsi, bien qu'il n'y ait pas de relevé de positionnement géographique comme avec le GPS, il est possible de caractériser les secteurs d'activité nocturne et d'identifier les gîtes diurnes à l'aide de récepteurs VHF

qui donnent la direction du signal et qui permettent la localisation de l'animal équipé, par triangulation simultanée depuis plusieurs récepteurs espacés. Cette méthode utilisée sur la faune depuis les années 1980, nécessite de grands moyens humains et aboutit à des résultats moins précis que les GPS (HATCH *et al.* 2000, LÓPEZ-LÓPEZ 2016). Toutefois, elle reste aujourd'hui la méthode la plus efficace pour suivre les petites chauves-souris, trop légères pour les GPS actuellement disponibles sur le marché.

b) Paramétrage des balises GPS et VHF.

Le nombre de positions pouvant être relevé par les balises GPS dépend des capacités prédéfinies de la batterie (10 mA pour les GPS de 1,5 gramme PinPoint-VHF-10 et 40 mA pour les GPS de 2,5 grammes PinPoint-VHF-40). Il s'agit donc de trouver un compromis entre la finesse de perception de l'activité (intervalles de relevés de positions) et la durée du suivi. L'émission du signal VHF permettant de localiser la balise lors des suivis télémétriques diurnes, est dépendante de la même batterie. Les plages horaires de cette fonctionnalité doivent donc également faire l'objet d'un compromis avec la précision et la durée du suivi GPS. S'agissant de premiers suivis GPS dans les Petites Antilles, la balise GPS PinPoint-VHF-10 a été créée spécialement pour les petites chauves-souris ciblées par cette étude. La programmation des GPS a donc évolué entre la première et la seconde session, pour s'adapter au mieux aux objectifs de l'étude et aux contraintes locales.

Après tests de l'autonomie des batteries, les GPS ont été programmés via le logiciel PinPoint Host 2.15.4.0 (Biotrack) pour enregistrer la position et l'altitude du coucher au lever du soleil, pendant une

durée de 5 nuits pour les GPS de 1,5 gramme (Pinpoint-VHF-10) et de 8 nuits pour les GPS de 2,5 grammes (Pinpoint-VHF-40). Les valeurs ODBA (Overall Dynamic Body Acceleration), représentant le mouvement de la chauve-souris détecté par l'accéléromètre, étaient enregistrées toutes les 5 secondes du lever au coucher du soleil.

Pour la première session de mai 2022, les GPS étaient programmés pour relever une position toutes les 20 minutes lorsque l'accéléromètre indiquait un mouvement significatif (ODBA > 500) et toutes les heures lorsque l'individu était considéré au repos (ODBA < 500 pendant plus de 20 minutes). Le but de cette programmation était d'économiser la batterie du GPS lorsque l'animal était au repos au gîte. Finalement, ces paramètres n'ayant pas permis une économie de batterie satisfaisante, les GPS utilisés pour la seconde session de septembre ont été programmés pour prendre une position toutes les 30 minutes, indépendamment de la valeur ODBA.

Les émetteurs VHF intégrés aux balises GPS dépendant de la même batterie que celui-ci, les contraintes d'autonomie ont imposé une restriction des heures d'émission du signal VHF : de 14h à 18h30 pour les GPS de 1,5 gramme (Pinpoint-VHF-10) et de 10h à 18h30 pour les GPS de 2,5 grammes (Pinpoint-VHF-40). Ici aussi, il s'agissait de trouver un compromis entre l'économie de batterie pour un suivi GPS pertinent, et une plage horaire diurne suffisamment large pour suivre le signal VHF jusqu'à la localisation des gîtes.

Pour les individus équipés d'émetteurs VHF seuls, les balises envoyaient un signal continu sur toute la durée de la journée et de la nuit jusqu'à ce que la batterie soit vide. L'autonomie de la balise était estimée à une dizaine de jours.

c) Biométrie, biopsie et équipement des chiroptères capturés.

Dès qu'un individu était capturé, il était rapidement démaillé, puis mesuré, pesé, sexé, âgé, marqué et pris en photo (**Figure 5**). Pour les espèces dont les connaissances en taxonomie et les références ADN étaient incomplètes, des prélèvements biologiques furent prélevés (Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe, Artibé de la Jamaïque). Pour celles dont les références acoustiques étaient minces, les signaux ultrasonores émis lors des relâchés furent enregistrés (Sturnire de la Guadeloupe, Sérotine de la Guadeloupe, Chiroderme de la Guadeloupe).

Pour tout individu équipé de GPS ou VHF, la balise fut testée pour vérification de bon fonctionnement puis collée entre les omoplates de l'animal avec une colle chirurgicale. La colle Manfred Sauer GMBH a été utilisée pour la première session, puis remplacée par la colle OSTOBOND, supposée plus résistante à l'humidité du climat tropical. Les équipements pesaient entre 1,5 et 2,5 grammes pour les balises GPS et entre 0,6 et 0,8 gramme pour les émetteurs VHF. Ils représentaient toujours moins de 7% de la masse de l'individu (entre 2 % et 7 %). Après quelques minutes de séchage et une vérification de la bonne tenue de la balise, la chauve-souris était nourrie au sirop de sucre (pour les espèces frugivores/nectarivores) puis relâchée.

d) Suivi télémétrique et récupération des données GPS.

Dès qu'un individu équipé était relâché après capture, sa direction de vol était prise via une antenne connectée à un récepteur radio. En journée, les gîtes de chaque chauve-souris étaient recherchés via les signaux VHF émis par leur balise. Cela impliquait de vastes transects en voiture avec antenne fixée sur le toit et



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN



© Y. BEUCHER



© B. ANGIN

Figure 5.
 Etapes de manipulation.
 De gauche à droite et de haut en bas : prise de mesures, positionnement pour biopsie, pose de GPS, pose d'émetteur VHF, prise de photos, nourrissage au sirop de sucre.

des suivis à pied à l'antenne manuelle. Un suivi télémétrique à bord d'un petit avion a également été tenté. Chaque gîte localisé était ensuite géoréférencé, photographié et décrit. Les cavités arboricoles supposées étaient inspectées à l'endoscope (Inskam 113) (Figure 6).

Lorsque les émissions VHF des balises GPS étaient actives, les données GPS et ODBA (accéléromètre) pouvaient être téléchargées à distance via un récepteur dédié. Le téléchargement est possible lorsque le signal VHF reçu par le récepteur est assez puissant. Cela peut se faire à proximité directe du gîte et jusqu'à plusieurs centaines de mètres, si les contraintes de relief et végétation permettent un signal d'intensité suffisante. Toutefois, le téléchargement des données affecte les capacités d'autonomie de la balise GPS. Ici encore, il s'agit de trouver un compromis entre la sécurisation des données via leur téléchargement, et la préservation de la batterie du GPS pour assurer la fin de la période de suivi ciblée. Pour certaines chauves-souris équipées d'émetteur VHF seul, un suivi télémétrique par triangulation en début de nuit a été réalisé afin de localiser les zones exploitées malgré l'absence de suivi GPS. Pour cela, au moins trois chiroptérologues déployés sur la zone d'étude notaient simultanément la direction du signal de l'individu à l'aide d'une boussole. La cartographie de ces trois directions permettait ensuite de localiser la position estimée de l'animal au moment des relevés de directions.

e) Analyse des données.

Les données de l'accéléromètre et les positions GPS ont été récupérées via le logiciel PinPoint Host 2.15.4.0, puis extraites sous forme de tableaux Excel. Pour calculer les hauteurs de vol des chauves-souris, l'altitude topographique de chaque point a été soustraite aux

altitudes du GPS. Les points GPS et les positions acquises lors des suivis télémétriques de début de nuit ont été projetés sur fonds de carte via le logiciel QGIS 3.10.

Les données de précipitation proviennent de la station météorologique de Gros Piton, accessibles sur www.infoclimat.fr. Les vitesses de vents ont été fournies par Valorem et correspondent aux enregistrements de la nacelle de l'éolienne E5 du parc éolien de Sainte-Rose. Elles ne sont disponibles que pour la session de mai, le passage de la tempête Fiona ayant altéré la prise de mesures pour la session de septembre.

Les localisations GPS ont été comparées aux données de mouvements enregistrées simultanément par l'accéléromètre. Ainsi, il a été possible d'identifier les points où l'individu était en mouvement, correspondant à des vols de transit actif. Lorsque plusieurs positions GPS successives indiquent une même zone et que l'accéléromètre montre une alternance entre des phases de mouvement très courtes et des phases d'immobilité, la chauve-souris était considérée en activité d'alimentation, représentant l'alternance entre la recherche de nourriture active et la consommation passive. Les zones fréquentées de façon récurrente ont été considérées comme des zones d'alimentation principales.

Résultats

1. Inventaires des chiroptères capturés sur les deux sessions

Pour la première session de mai 2022, les soirées de capture ont abouti à la prise de 36 artibés de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*), 13 ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*), 11 molosses communs

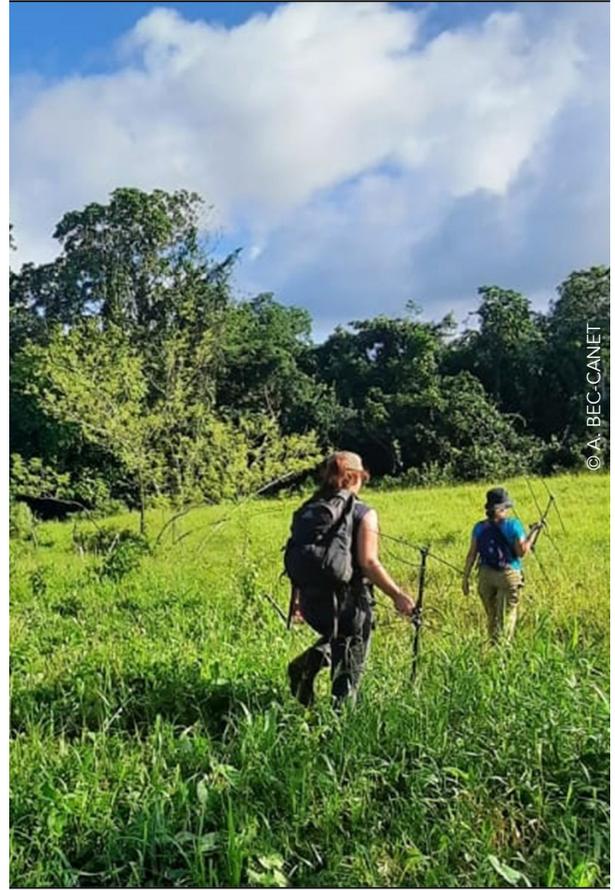


Figure 6.

Etapes de suivi.

De gauche à droite et de haut en bas : suivi télémétrique en voiture, suivi télémétrique à pied, prospection de cavités à l'endoscope, récupération des données GPS à distance.

(*Molossus molossus*), six sturnires de la Guadeloupe (*Sturnira thomasi*), un brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*), un chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*) et une sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*) (Figures 7 et 9). Les individus d'Ardops des Petites Antilles et d'Artibé de la Jamaïque ont été capturés dans toutes les stations. Les six sturnires de la Guadeloupe, le chiroderme de la Guadeloupe et la sérotine de la Guadeloupe ont été exclusivement capturés en lisière du Bois de la Ramée. Les molosses communs ont principalement été attrapés à la station de Sofaia, où l'utilisation d'un filet canopée monté à plusieurs dizaines de mètres a facilité la capture de cette espèce de vol haut.

Concernant la seconde session de septembre 2022, les captures ont permis d'attraper 33 artibés de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*), 14 ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*), quatre molosses communs (*Molossus molossus*), sept sturnires de la Guadeloupe (*Sturnira thomasi*), un brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*) et trois chirodermes de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*) (Figures 8 et

9). Les individus d'Ardops des Petites Antilles et d'Artibés de la Jamaïque ont été capturés dans toutes les stations. De même, les sept sturnires de la Guadeloupe ont tous été capturés en lisière du Bois de la Ramée, sur la même station qu'en mai. Les quatre molosses communs ont été capturés sur deux stations : en lisière de la Rivière de la Ramée, et en milieu plus ouvert, à proximité de la Rivière Salée. Le brachyphylle des Antilles et les chirodermes de la Guadeloupe ont tous été capturés sur la station proche de la Rivière Salée. Malgré les tentatives de captures à proximité d'arbres en fleurs et l'utilisation de filets en canopée, aucun Monophylle des Petites Antilles n'a été capturé sur les deux sessions de suivis.

2. Suivis VHF/GPS, pour la première session (mai 2022)

a) Equipement des espèces cibles prioritaires.

Le 10/05/2022, deux ardops des Petites Antilles ont été équipés de GPS (Modèle Pinpoint-VHF-10). Il s'agissait d'un mâle (Ardops 1) et d'une femelle (Ardops 2) adultes.

Concernant les individus d'Artibé de la Jamaïque, deux mâles adultes ont

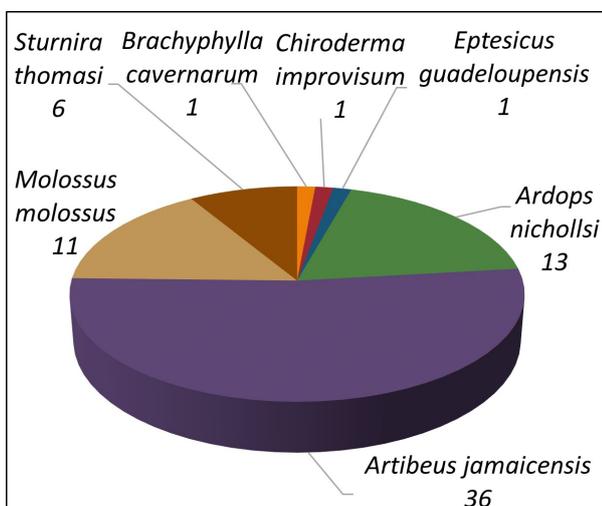


Figure 7.
Abondance des espèces capturées en mai 2022 (session 1).

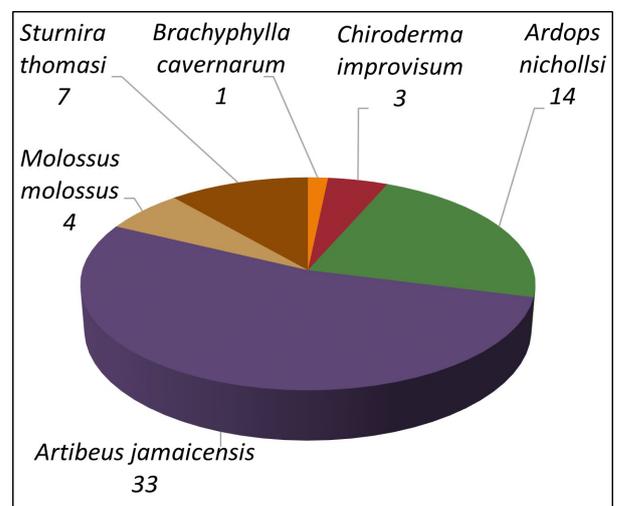


Figure 8.
Abondance des espèces capturées en septembre 2022 (session 2).

été équipés de GPS (Modèle Pinpoint-VHF-40), le 10 (Artibeus 1) et 11 mai 2022 (Artibeus 3). Un VHF seul (sans GPS) a également été posé sur un troisième mâle adulte (Artibeus 2), lors de la première capture du 10 mai.

La femelle de Sérotine de la Guadeloupe (Eptesicus 1), capturée le 13/05/2022, était trop légère pour être équipée d'un GPS, un émetteur VHF seul de 0,6 grammes a été utilisé.

Ce même soir, un mâle adulte de Sturnire de la Guadeloupe (Sturnira 1) a également été équipé d'un émetteur VHF. Cette espèce ne faisant pas partie des espèces cibles prioritaires de l'étude, les résultats de ce suivi sont présentés en **Annexe**.

Les détails concernant chaque chauve-souris équipée sur cette session sont résumés dans le **Tableau 2**.

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes diurnes et récupération des données GPS.

Ardops des Petites Antilles (Ardops nicholli)

Les deux individus équipés utilisaient des gîtes arboricoles en feuillage. Le gîte du mâle Ardops 1 se situait à proximité du site de capture et le gîte de la femelle Ardops 2 était plus enfoncée dans le Bois de la Ramée (**Figure 10**).

Les balises GPS/VHF ont indiqué les directions de ces gîtes pendant trois jours consécutifs. A partir du 14/05/2022, premier jour où les données GPS devaient être téléchargées, aucun des deux GPS n'a été retrouvé. Les balises ont été recherchées au sol au pied des arbres gîtes, sans succès.

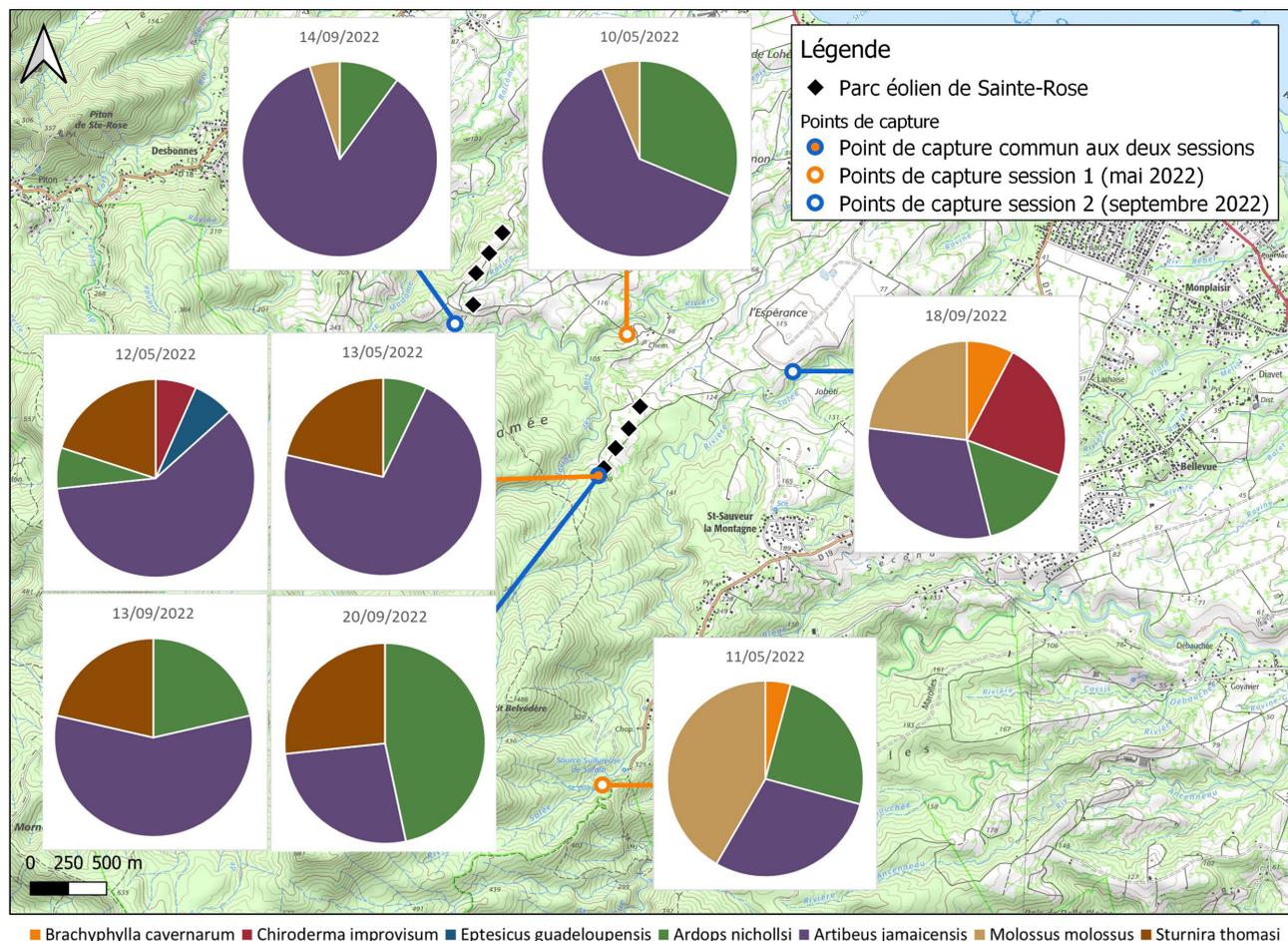


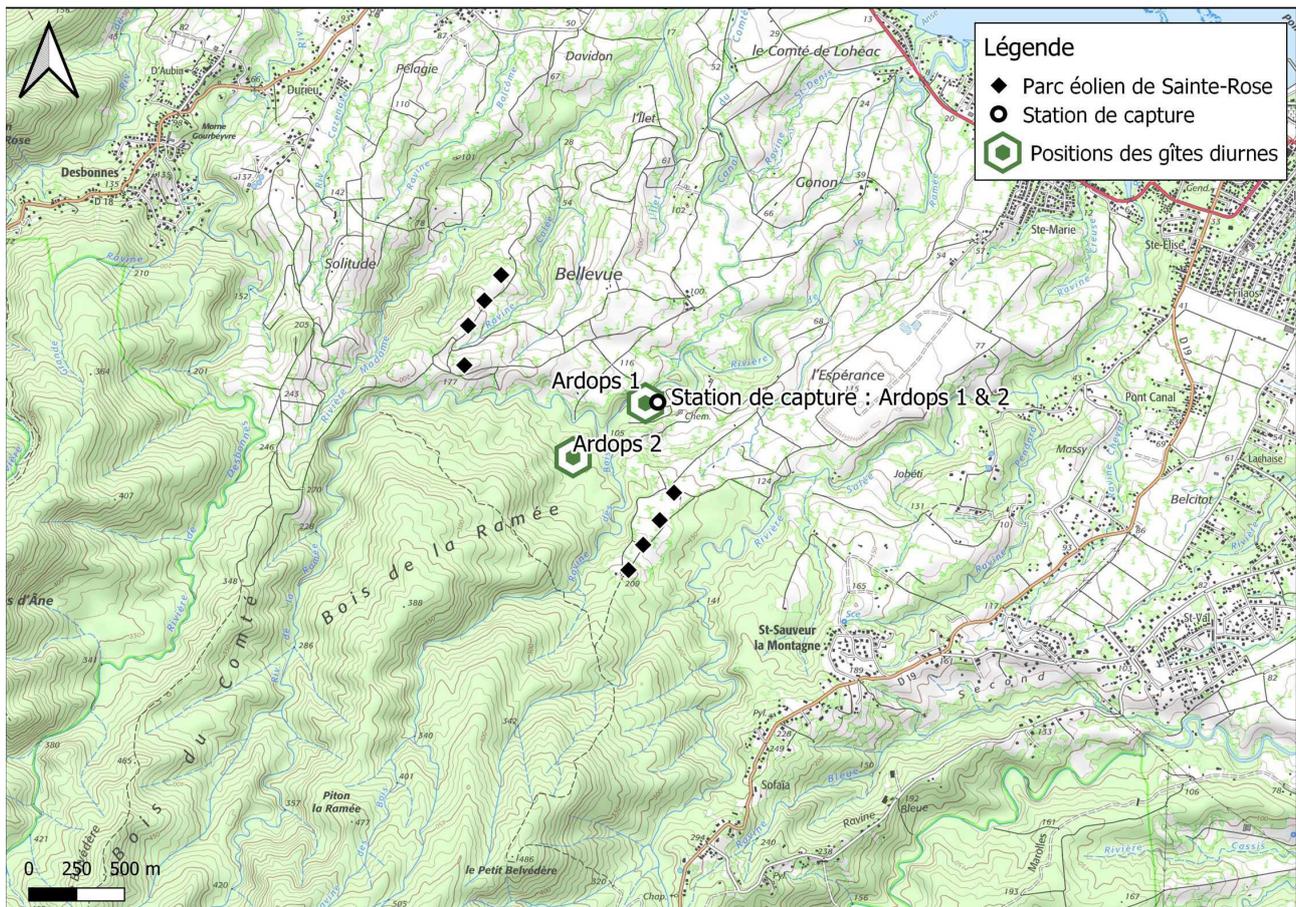
Figure 9.

Abondance des espèces capturées sur les différentes stations de capture.

Tableau 2.

Détails des individus équipés de GPS et VHF pour la session 1.

Identification	Session	Date	Espèce	Age	Sexe	Statut reproducteur	Équipement	Programme GPS
Ardops 1	Mai	10/05/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Ardops 2	Mai	10/05/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Femelle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Artibeus 1	Mai	10/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Artibeus 2	Mai	10/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,269	
Artibeus 3	Mai	11/05/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Eptesicus 1	Mai	12/05/2022	<i>E. guadeloupensis</i>	Adulte	Femelle	Allaitante	VHF 150,140	
Sturnira 1	Mai	12/05/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,052	

**Figure 10.**

Positions des captures et gîtes des ardops des Petites Antilles équipés (Ardops 1, Ardops 2).

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Le gîte de l'individu Artibeus 2, équipé d'un émetteur VHF seul, se situait en feuillage, au sein d'une ravine forestière à l'ouest de la ligne d'éoliennes de Bellevue (Figure 11). L'émetteur a indiqué la direction de ce gîte pendant six jours consécutifs, avant de tomber au sol la nuit du 16/05/2022, en lisière du boisement de l'arbre gîte et au niveau d'un arbre fruitier probablement

exploité par la chauve-souris.

L'individu Artibeus 1, équipé d'un GPS, utilisait un gîte en feuillage, au sein du houppier d'un arbre en bord de ravine, à proximité du site de capture et entre les deux lignes d'éoliennes du parc de Sainte-Rose. Les données du GPS et de l'accéléromètre ont pu être téléchargées le 14/05/2022 et le signal VHF de la balise n'a plus été détecté après cette date.

Le gîte de l'Artibeus 3, équipé d'un GPS,

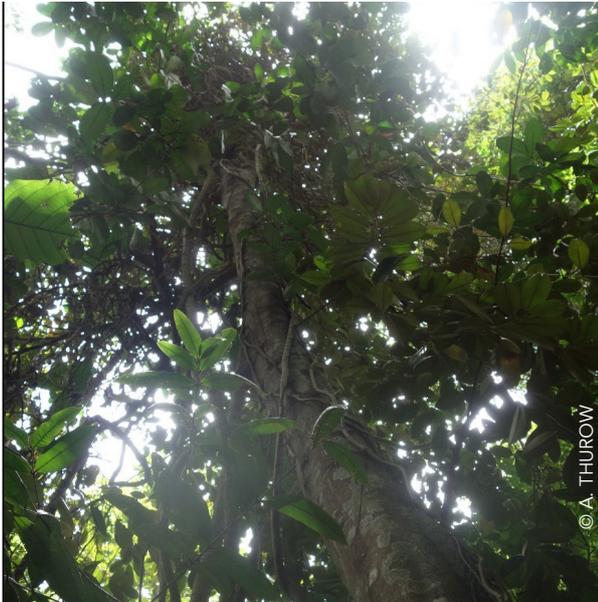


Figure 11.
Arbre gîte de l'Artibeus 2.

n'a jamais été trouvé. Une zone de gîte approximative a toutefois été identifiée, au sein du boisement au nord de son site de capture. Le signal de la balise a été perdu rapidement (deux jours après sa capture), et les données n'ont pas pu être récupérées.

L'ensemble des résultats figure sur la **Figure 12**.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

La recherche du gîte de la sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus 1*), équipée d'un émetteur VHF, n'a pas pu aboutir à l'identification précise du gîte. L'émetteur a été retrouvé au sol le 16/05/2022. La balise est probablement tombée dès le 14/05/2022 (deux jours après la capture), puisque l'individu a été détecté en vol uniquement le soir du 13/05/2022. Le secteur où l'émetteur est tombé est une futaie claire, située en bord de rivière de la Ravine des Bois, au sein du Bois de la Ramée (**Figure 13**). La zone présente de gros arbres aux nombreuses potentialités de gîtes arboricoles, avec une très forte densité de cavités et fissures. Plusieurs d'entre elles ont été prospectées à

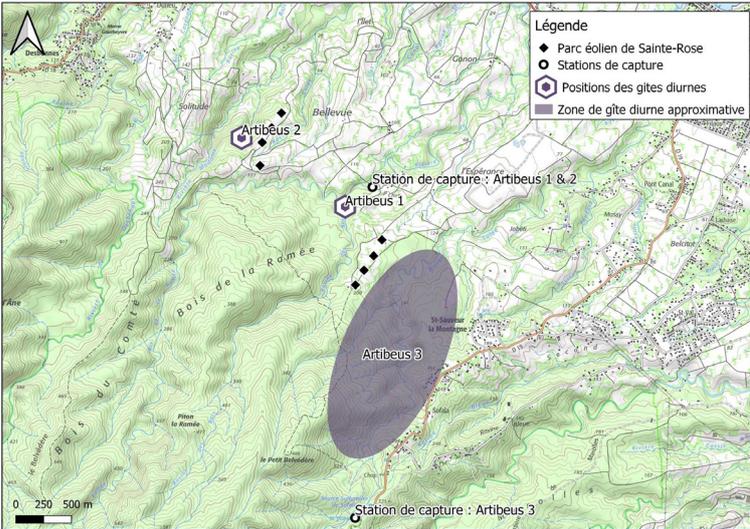


Figure 12.
Positions des captures, gîtes et zone de gîte des artibés de la Jamaïque équipés (Artibeus 1, Artibeus 2, Artibeus 3).

l'endoscope, mais aucune chauve-souris n'y a été observée. Cependant, cela n'exclut pas la possibilité qu'il s'agisse du secteur de gîte, tant les possibilités restent nombreuses des arbres environnants. Au coucher du soleil, le soir du 17/05/2022, cette même zone a présenté une importante activité chiroptérologique au niveau de la canopée, mais aucun contact acoustique avéré pour la Sérotine de la Guadeloupe n'a été détecté.

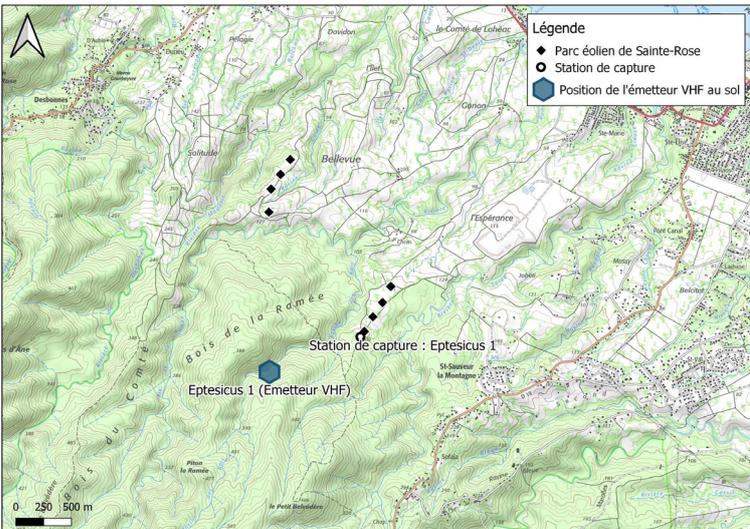


Figure 13.
Positions de la capture et de l'émetteur au sol de la sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus 1*).

c) Suivis nocturnes : données VHF et GPS.

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

Après sa capture, la femelle de Sérotine de la Guadeloupe équipée de l'émetteur VHF a pu être suivie en vol en direction nord-est depuis le poste de capture (situé en lisière du Bois de la Ramée, au sud de la ligne d'éolienne du lieu-dit Espérance). Dès le lendemain soir, elle a été détectée 20 minutes après le coucher du soleil, en direction du Bois de la Ramée, depuis le poste de suivi télémétrique n°1 (**Figure 14**). Les 2 premières directions restent approximatives en raison de la faiblesse du signal, mais indiquent une provenance du Bois de la Ramée ce qui renforçait l'hypothèse de la présence du gîte dans ce boisement.

Elle a ensuite été suivie par triangulation pendant environ 2 heures et évoluait à l'écart de la forêt, en direction de la Rivière Salée, au nord-est de sa station de capture (**Figure 15**). La perte récurrente du signal et la variation de l'intensité perçue par les quatre postes de suivi indiquent qu'elle était probablement en chasse à faible altitude au niveau de la ravine ou de la

lisière. Ce secteur correspond à la direction indiquée par l'émetteur après son relâché, la nuit du 12/05/2022, laissant supposer l'utilisation régulière de zones de chasse d'une nuit à l'autre. La chauve-souris a ensuite transité en direction de la Rivière de la Ramée, au niveau des champs cultivés, avant de poursuivre sa trajectoire vers l'ouest et de possiblement remonter dans le bois de la Ramée. Son signal a ensuite été perdu.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les données de l'Artibeus 1, positions GPS et valeurs d'accéléromètre, ont permis de suivre l'activité nocturne de la chauve-souris sur quatre nuits consécutives, du 10 au 13 mai 2022. Pour rappel, l'individu suivi était un mâle adulte, capturé le 10/05/2022, au niveau de la Rivière de la Ramée. Son gîte a été localisé en feuillage, dans un arbre à la confluence entre la Ravine des Bois et la Rivière de la Ramée. Rythme d'activité nocturne :

Les heures d'émergence furent toujours proches de 18h40, soit 10 minutes après le coucher du soleil. Les heures de retour au gîte étaient de plus en plus tardives avec l'avancée du suivi. Elles ont évolué d'un

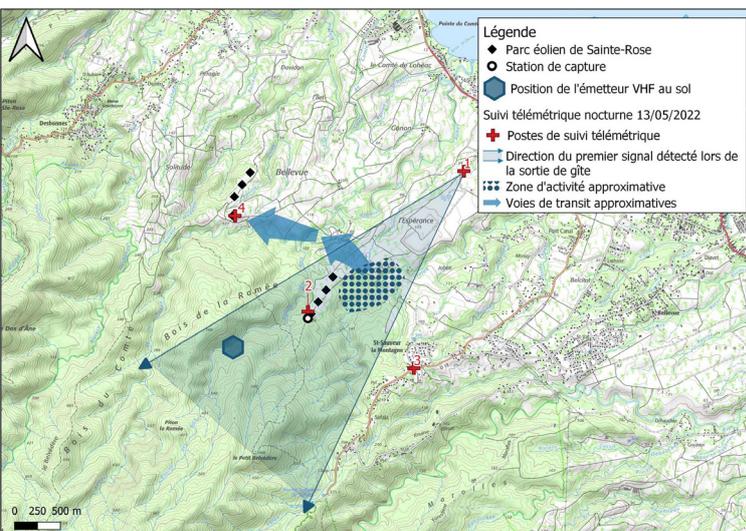


Figure 14. Résultat du suivi télémétrique de la Sérotine de la Guadeloupe équipée (Eptesicus I).



Figure 15. Photographie aérienne de la zone d'activité approximative (en rouge) d'Eptesicus I.

retour à 3h20 après la nuit de capture, à un retour à 5h pour la 4ème nuit de suivi, soit 35 minutes avant le lever du soleil. Chaque nuit après le départ de son gîte, le mâle d'Artibé de la Jamaïque alternait entre périodes d'alimentation et phases de transit, au cours desquelles il exploitait plusieurs zones d'alimentation récurrentes, chacune numérotées sur la **Figure 16**. La **Figure 17** permet de visualiser avec précision le rythme d'activité de la nuit du 11/05/2022. Les périodes d'alimentation s'illustrent par des temps de mouvement très courts, où la chauve-souris semble chercher un fruit intéressant ou se déplacer dans l'arbre, et un temps plus long où elle est presque immobile, probablement posée en train de se nourrir. Lorsqu'elle était sur la zone 4, les valeurs de l'accéléromètre présentaient moins de périodes immobiles. Cela peut s'expliquer par la nature de la source alimentaire exploitée ici (fruits ou fleurs), nécessitant une recherche plus active, voire d'une activité sociale ou de chasse. Les phases de transit entrecoupant les périodes d'alimentation s'illustraient par des mouvements intenses, de quelques minutes entre les zones de nourrissages 1,

2 et 3, à une trentaine de minutes pour rejoindre la zone 4. Après le retour au gîte en fin de nuit (au moins jusqu'au lever du soleil, où s'arrête l'enregistrement de l'activité), l'accéléromètre indiquait que l'animal n'était pas complètement immobile, avec des valeurs d'ODBA faibles mais non nulles. Il est possible que la chauve-souris ait conservé une activité sociale au niveau du gîte, ou bien que ces valeurs d'activité faibles ait été liées aux mouvements de la branche sur laquelle elle est posée.

Zones d'activité :

Concernant les zones d'alimentation, l'individu a exploité quatre zones principales, toutes quasiment chaque nuit (**Figure 16**). Après son départ du gîte, la chauve-souris rejoignait directement trois zones d'alimentation, situées entre le bois de la Ramée et la zone urbanisée du littoral (zones 1, 2 et 3). Elle les exploitait toujours dans le même ordre, dans un axe sud-est vers nord-ouest. Elle rejoignait ensuite directement une zone située en altitude en plein cœur du massif forestier, à environ quatre kilomètres au sud-ouest de son gîte diurne, au niveau de Morne Goton (zone 4). Cette zone a toujours été exploitée entre 22h30 et 23h30. L'individu redescendait ensuite en direction des zones d'alimentation de début de nuit, et alternait entre chaque zone dans un ordre variable. Il passait d'une zone à l'autre en s'arrêtant généralement sur la zone 2 lorsqu'il transitait entre les zones 1 et 3.

Concernant les déplacements de transit, il est difficile de retracer le trajet précis de l'individu, en raison de la période de prise de point GPS de 20 minutes. Les zones 1, 2 et 3 étant séparées par des milieux de cultures et aucun point GPS n'ayant été relevé le long d'un corridor boisé lors du trajet entre ces zones, il est possible que l'individu transitait directement au niveau des champs cultivés.

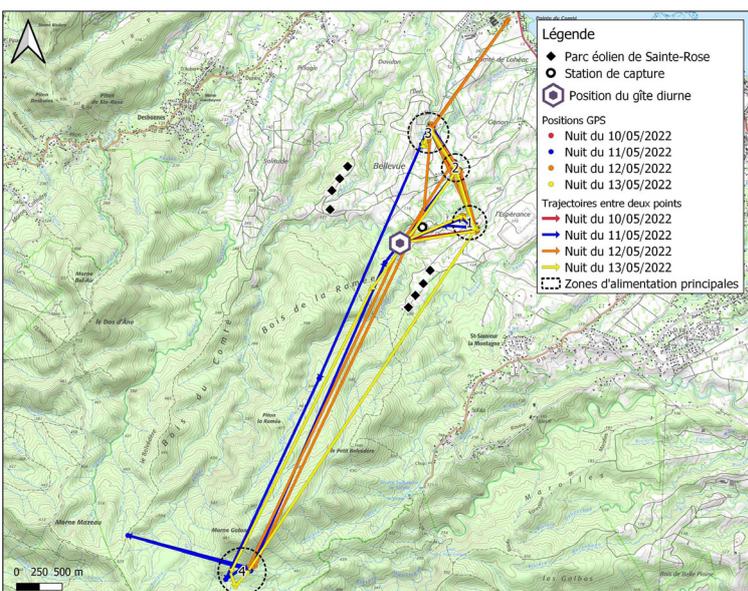


Figure 16.
Résultat du suivi GPS de l'Artibeus I.

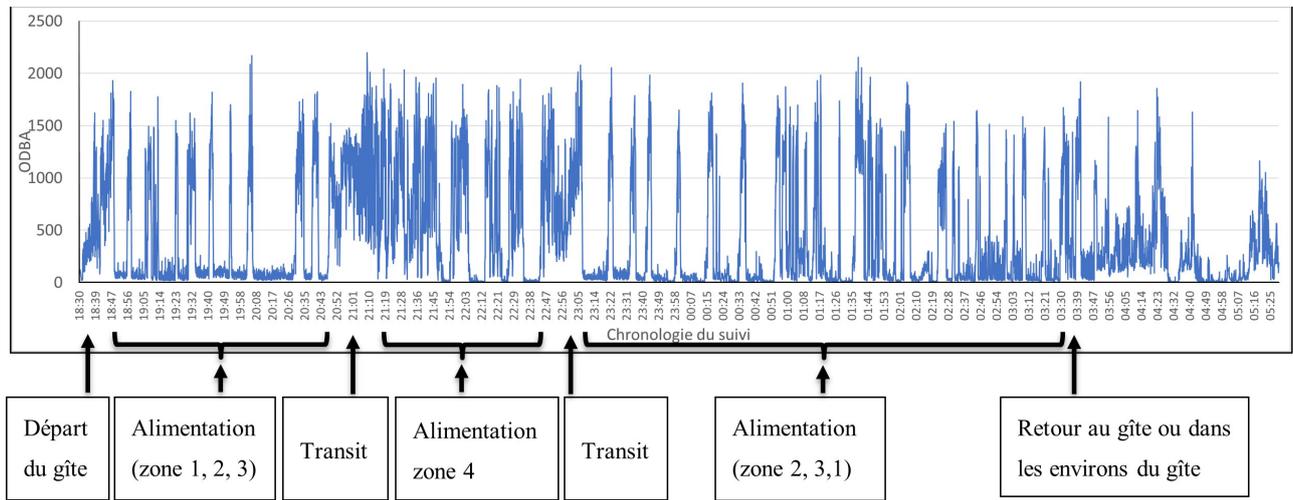


Figure 16.
Valeur ODBA (accéléromètre) pour la nuit du 11/05/2022 pour Artibeus I.

Quand l'Artibé de la Jamaïque rejoignait son gîte en fin de nuit, quelques positions furent relevées en lisière des arbres bordant la Rivière la Ramée. Il suivait alors probablement ce corridor pour rejoindre son arbre-gîte diurne, situé à la confluence des deux rivières.

Concernant les plus longues phases de transit entre les zones 1, 2 et 3 et la zone 4, la chauve-souris ne semblait pas suivre les ravines ou les lignes de crête, mais la précision du suivi GPS ne permet pas une perception fine de la route de vol.

Arbres exploités :

Après vérification au niveau des zones d'alimentation principales, il s'avère que la chauve-souris exploitait principalement des arbres fruitiers situés en jardins privés. Un inventaire du terrain a permis d'identifier plusieurs espèces végétales, sans qu'il soit possible de confirmer leur consommation par l'individu : Manguiers (*Mangifera indica*), Bois canon (*Cecropia schreberiana*), Jaquier (*Artocarpus heterophyllus*), Acajou amer (*Cedrela odorata*) et Avocatier (*Persea americana*). La chauve-souris se rendait également fréquemment sur un figuier (*Ficus sp.*), situé en ripisylve de la Rivière de la Ramée. Certains arbres, localisés en propriétés privées inaccessibles, recouverts

d'épiphytes, ou dont l'accès était difficile, n'ont pas pu être identifiés (points 5, 6, 7 et 8 de la **Figure 17**).

Hauteurs de vol :

Les hauteurs de vol enregistrées par la balise GPS se sont révélées peu fiables, avec une diversité importante de valeurs et des données de hauteur de vol pouvant être négatives. Cela peut s'expliquer par la difficulté du GPS à détecter correctement les satellites. Toutefois, aucune prise d'altitude importante ne semble avoir eu lieu, la majorité des données reste

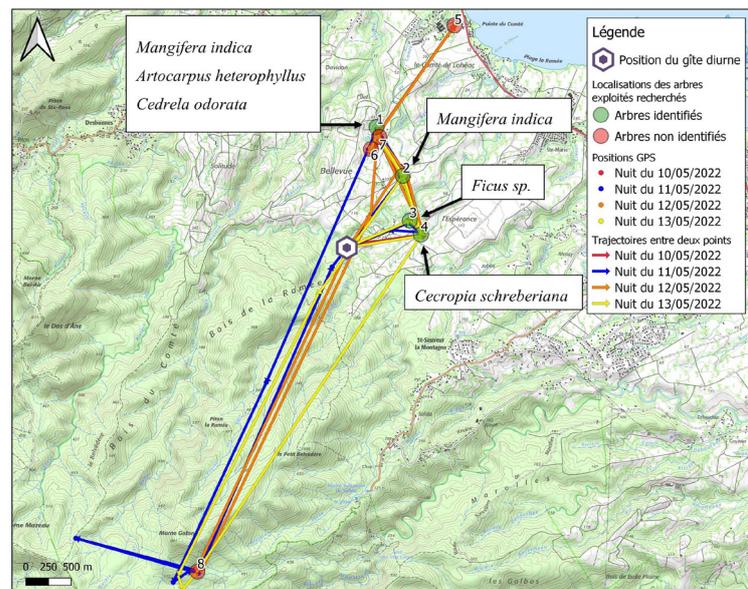


Figure 18.
Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus I, recherchés et identifiés.

inférieure à 40m. Le nombre de positions GPS correspondant au transit vers la zone 4 est insuffisant pour évaluer si la chauve-souris passait au-dessus ou au-dessous de la canopée lors de ce trajet.

Effet des conditions climatiques :

Pour les quatre nuits de suivi, les conditions climatiques sont restées stables et sèches. La vitesse de vent moyenne enregistrée au niveau de la nacelle de l'éolienne E5 du parc de Sainte-Rose était de 7 m/s. Cette vitesse était probablement surestimée par rapport à la vitesse de vent plus proche du sol. Toutefois, dans le cas où la chauve-souris passerait au-dessus de la canopée lors de son transit vers la zone 4, elle aurait probablement été soumise à des vitesses de vent proches de celle-ci.

3. Suivis VHF/GPS, pour la seconde session (septembre 2022)

a) Equipement des espèces cibles prioritaires.

Dès le début de la seconde session, lors des captures du 13 et 17 septembre, deux ardops des Petites Antilles ont été équipés de balise GPS (Modèle Pinpoint-VHF-10). Il s'agissait de deux mâles, un

adulte (Ardops 3) et un jeune (Ardops 4). De même, deux GPS ont été posés sur des artibés de la Jamaïque (Modèle Pinpoint-VHF-40), un mâle adulte (Artibeus 4) et une jeune femelle (Artibeus 5).

Le 18/09/2022, 3 adultes de Chiroderme de la Guadeloupe ont été équipées d'émetteur VHF seul. Il s'agissait de deux femelles (Chiroderma 2 et Chiroderma 3) et un mâle (Chiroderma 1). Cette même capture a permis l'équipement d'un émetteur VHF sur un mâle adulte de Brachyphylle des Antilles (Brachyphylla 1). Le soir du 13/09/2022, deux mâles adultes de Sturnire de la Guadeloupe ont été équipés d'émetteurs VHF. Cette espèce ne faisant pas partie des espèces cibles prioritaires de l'étude, les résultats de ces suivis sont présentés en **Annexe**.

Les détails concernant chaque chauve-souris équipée sur cette session sont résumés dans le **Tableau 3**.

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes diurnes et récupération des données GPS.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

Le GPS de l'Ardops 4 a été localisé dès

Tableau 3.

Détails des individus équipés de GPS et VHF pour la session 2.

Identification	Session	Date	Espèce	Age	Sexe	Statut reproducteur	Equipement	Programme GPS
Artibeus 4	Septembre	13/09/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Adulte	Mâle	Actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Ardops 3	Septembre	13/09/2022	<i>A. nichollsi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Sturnira 2	Septembre	13/09/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Non actif	VHF 150,083	
Sturnira 3	Septembre	13/09/2022	<i>S. thomasi</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,038	
Artibeus 5	Septembre	14/09/2022	<i>A. jamaicensis</i>	Jeune	Femelle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-40	8 nuits
Ardops 4	Septembre	14/09/2022	<i>A. nichollsi</i>	Jeune	Mâle	Non actif	GPS PinPoint-VHF-10	5 nuits
Brachyphylla 1	Septembre	18/09/2022	<i>B. cavernarum</i>	Adulte	Mâle	Non actif	VHF 150,214	
Chiroderma 1	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Mâle	Actif	VHF 150,007	
Chiroderma 2	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Femelle	Post-allaitante	VHF 150,129	
Chiroderma 3	Septembre	18/09/2022	<i>C. improvisum</i>	Adulte	Femelle	Post-allaitante	VHF 150,065	

le lendemain de sa capture, en bordure de la Rivière de la Ramée, au niveau d'un arbre à houppier dense (**Figure 19**). Les données enregistrées par le GPS ont pu être téléchargées le 17/09/2022. La balise n'a plus été détectée après cela.

Le signal du GPS de l'Ardops 3 n'a jamais été perçu après le relâché de la chauve-souris, les données de son suivi ne sont donc pas disponibles.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Le gîte de l'individu Artibeus 4, équipé d'un GPS, se trouvait en feuillage, dans un arbre du Bois de la Ramée, à proximité de la Ravine des Bois (**Figure 20**). Par sécurité, les données GPS ont été récupérées presque tous les jours au cours du suivi, jusqu'au 19/09/2022 où la batterie de la balise a cédé pendant le téléchargement des données de l'accéléromètre.

Concernant la femelle d'Artibé de la Jamaïque (Artibeus 5), également équipée d'un GPS, le signal de sa balise n'a jamais été détecté après son relâché et aucune donnée n'a été obtenue.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)

Le gîte du brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla* 1), équipé d'un émetteur VHF seul, n'a jamais été retrouvé. Le signal n'a été détecté que quelques heures après son relâché, en direction du Bois de la Ramée, depuis le site de capture. Après cela, l'individu n'a plus été détecté, que ce soit de jour ou de nuit.

Dans un second temps, un gîte de brachyphylles des Antilles a été découvert au cours des prospections (**Figure 21**). Situé au sein du Bois de la Ramée, il regroupait une quarantaine d'individus logés au sein d'un tronc creux (**Figure 22**).

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)

Sur les 3 individus de Chiroderme équipés d'émetteur VHF, seul celui du mâle (*Chiroderma* 1) a pu être localisé. Les balises des femelles n'ont jamais été détectées, que ce soit en journée ou en soirée après le coucher du soleil.

Le gîte du mâle se trouvait au sein du bois de la Ramée, dans un habitat plutôt jeune constitué d'arbres d'une douzaine de mètres de haut (**Figure 23**). L'arbre-gîte présentait une cavité bouchée, laissant supposer que la chauve-souris utilisait plutôt la zone de houppier. La sortie

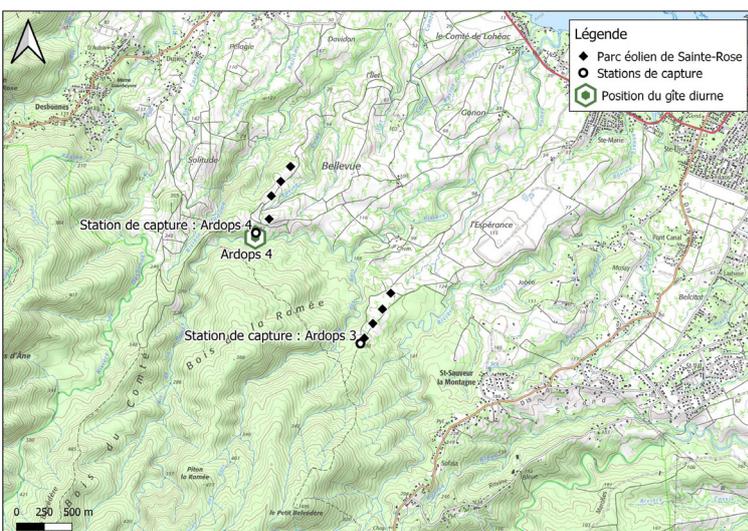


Figure 19. Positions des captures et du gîte des ardops des Petites Antilles équipés (Ardops 3, Ardops 4).

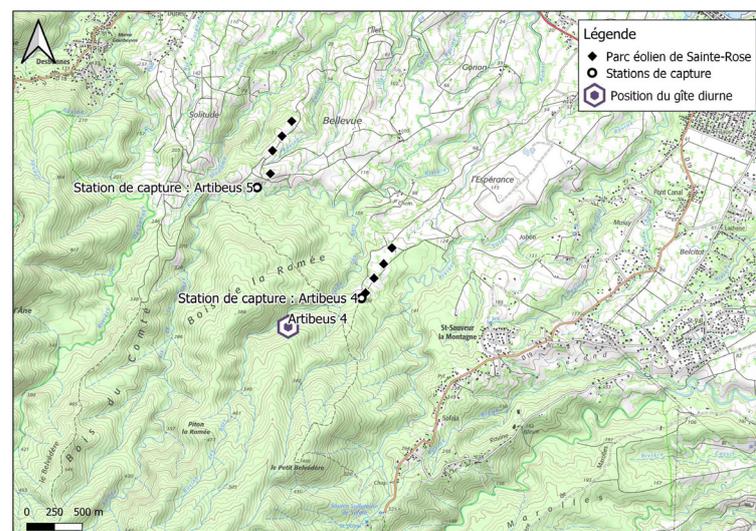


Figure 20. Positions des captures et du gîte des artibés de la Jamaïque équipés (Artibeus 4, Artibeus 5).

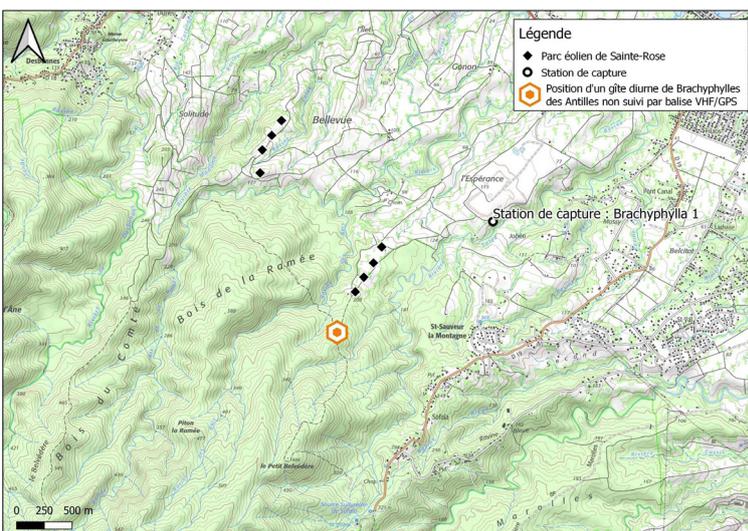


Figure 21.
Positions de la capture du brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla* 1) et d'un gîte d'une colonie non suivie par GPS/VHF.

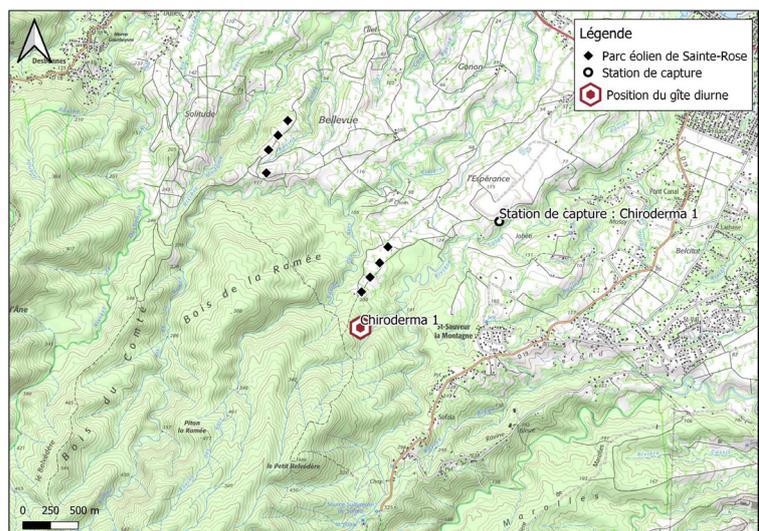


Figure 23.
Positions de la capture et du gîte du chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma* 1).



Figure 22.
Arbre gîte d'une colonie de *Brachyphylla* des Antilles.



Figure 24.
Chiroderma observés dans l'arbre gîte.

de gîte du 20/09/2022 a été filmée à la caméra thermique et infrarouge sans que le *Chiroderma* ne puisse être observé. L'utilisation du feuillage comme gîte a finalement été confirmée le 27/09/2022, avec deux individus de *Chiroderma* de la Guadeloupe identifiés pendus aux branchages (**Figure 24**).

c) Suivis nocturnes : données VHF et GPS.

Chiroderma de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)
Après le relâché des 3 individus de *Chiroderma* équipés d'émetteur VHF, le mâle et l'une des femelles ont quitté le site de capture en direction nord-est et la seconde femelle est partie vers la Rivière Salée, au niveau du lieu-dit Jobéti. Le lendemain soir, l'émetteur du mâle est le seul à avoir été détecté. Dès sa sortie

de gîte (25 minutes après le coucher du soleil), il a été suivi par triangulation pendant 2h30 (Figure 25). La chauve-souris a quitté le boisement en suivant l'axe de la Rivière Salée, avant de traverser les cultures pour rejoindre le corridor formé par la Rivière de la Ramée. Après perte de son signal VHF, l'individu a été retrouvé au niveau la zone résidentielle de Duzer, se nourrissant probablement dans des jardins privés où plusieurs arbres en fruit ont été identifiés (palmiers et manguiers) (Figure 26). En début de nuit, le 20/09/2022 et le 23/09/2022, son émetteur indiquait ce même secteur. Cela pourrait présager d'une exploitation régulière de zones d'alimentation favorables d'une nuit à l'autre.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

Seules les données GPS de l'Ardops 4 ont été récupérées, les données de l'accéléromètre n'ont pas pu être téléchargées avant la perte du signal de la balise.

Sur les premières nuits suivies, le GPS n'a pas capté suffisamment de signaux satellites pour obtenir des positions fiables. A partir du 15 septembre, les

positions GPS relevées ont témoigné d'une absence de déplacement significatif (Figures 27 et 28). Les données ne sont donc pas exploitables. Il est difficile d'en déterminer la raison. Il est possible que la chauve-souris se soit posée dans l'arbre directement après son relâché et ait réussi à détacher la balise.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les données de l'accéléromètre et du GPS de l'Artibeus 4 ont permis d'obtenir un suivi nocturne sur 6 nuits consécutives, du 13 au 18 septembre 2022 (Figure 29). Comme mentionné précédemment, l'individu suivi était un mâle adulte, capturé le 13/09/2022, en lisière du Bois de la Ramée. Son gîte a été identifié en feuillage dans le Bois de la Ramée, proche de la Ravine des Bois.

Les données issues de l'accéléromètre ne sont disponibles que jusqu'au début de la nuit du 17/09/2022, les capacités de la batterie de la balise ayant été épuisées pendant le téléchargement des données.

Rythme d'activité nocturne :
Les sorties de gîte sont toujours intervenues aux alentours de 18h15, soit moins de 10 minutes après le coucher du

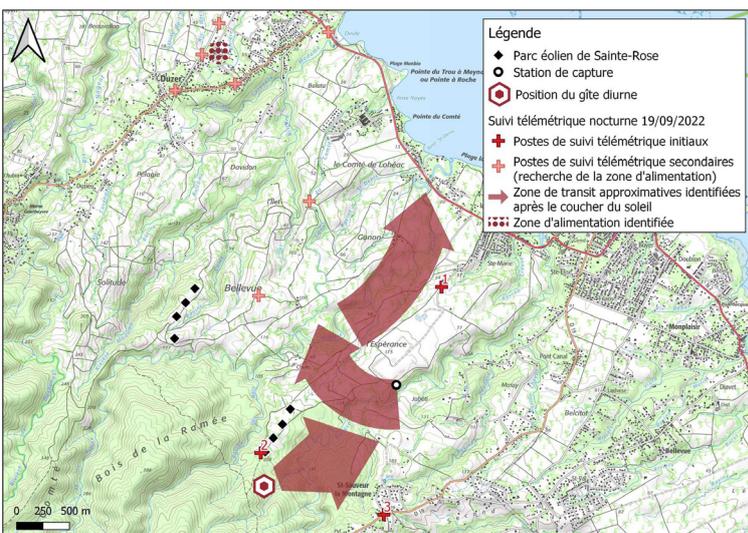


Figure 25. Résultat du suivi télémétrique du mâle équipé de Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma I*).



Figure 26. Photographie aérienne de la zone d'activité approximative (en rouge) de *Chiroderma I*.



Figure 27.
Résultat du suivi GPS de l'Ardops 4, gros plan.

soleil. Le lendemain de la capture est la seule nuit où l'individu a quitté son gîte plus tardivement, vers 18h40. Les heures de retours au gîte furent plus variables, de 2h15 à 4h20, soit entre 3h40 et 1h30 avant le lever du soleil. La nuit du 16/09/2022 s'est démarquée par un retour tardif, la chauve-souris entamant le vol de retour uniquement à partir de 4h, pour y arriver aux alentours de 6h, soit au lever du soleil. Les fortes pluies et vents, engendrés cette nuit-là par la tempête Fiona, ont certainement imposé un retour au gîte particulièrement tardif.

Comme pour le premier artibé de la Jamaïque suivi en mai, le rythme d'activité de cet individu présentait des phases d'alimentation entrecoupées de phases de transit. La **Figure 30** illustre le rythme d'activité du 14/09/2022. Ici aussi, il existe une alternance entre mouvement et immobilité, lorsque la chauve-souris se trouvait sur des zones d'alimentation. Comme précédemment, cette alternance correspond probablement aux instants où l'individu cherchait sa nourriture, puis aux phases où il était posé pour la consommer. Ce temps d'immobilité peut être variable, dépendant peut-être de la nature et de la quantité de nourriture consommée.

Au maximum, l'accéléromètre indiquait une absence de mouvement pendant 1h, lorsque la bête se trouvait au niveau de la zone 5, la nuit du 14/09/2022. Cette zone correspondait à des arbres fruitiers et à un probable reposoir nocturne, où des restes alimentaires ont été retrouvés. Les phases d'alimentation étaient entrecoupées de périodes où l'accéléromètre enregistrait un mouvement plus intense, correspondant aux phases de transit. Il pouvait s'agir de transits courts (quelques minutes à une vingtaine de minutes), lorsque l'individu se déplaçait entre le gîte et les zones d'alimentation proches, ou de transits

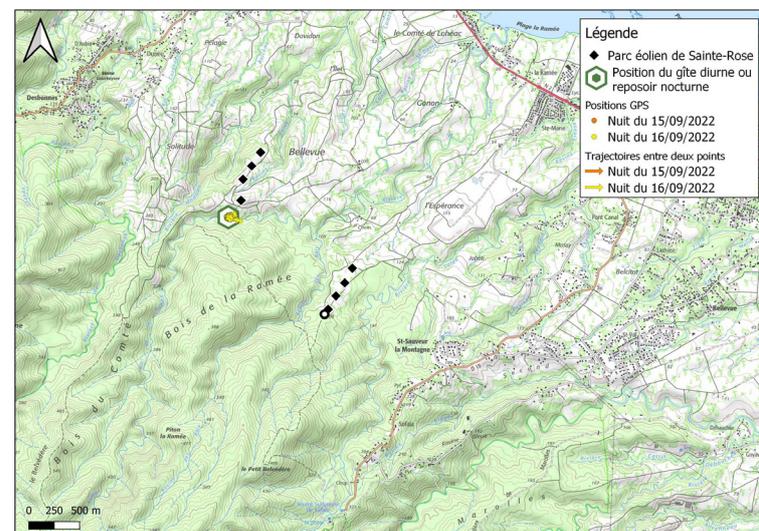


Figure 28.
Résultat du suivi GPS de l'Ardops 4, plan large.

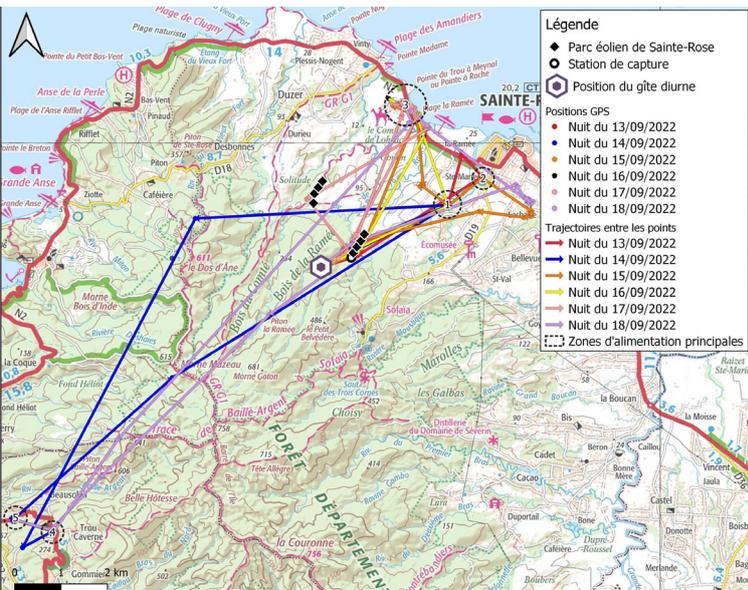


Figure 29.
Résultat du suivi GPS de l'Artibeus 4.

longs, lors des trajets vers et depuis les zones d'alimentation de Pointe-Noire (45 minutes à 1h)

Les données de l'accéléromètre enregistrées après le retour au gîte diurne furent comparables à celles de l'individu suivi en mai, l'animal n'étant pas complètement immobile (au moins jusqu'au lever du soleil, où s'arrête l'enregistrement de l'activité). Il reste difficile d'interpréter ce résultat, provenant peut-être d'une activité sociale ou de l'influence des mouvements des branchages de l'arbre-gîte.

Zones d'activité :

La chauve-souris suivie exploitait cinq zones d'alimentation principales, trois situées sur la commune de Sainte-Rose, et deux sur la commune de Pointe-Noire (**Figure 29**). Les positions GPS indiquent également des zones ponctuelles, où elle passait une seule fois au cours du suivi. Ces zones ponctuelles se trouvaient principalement au sein des quartiers d'habitations, mais aussi au niveau de la Ravine des Bois. Les nuits du 14 et 18 septembre, il est parti sur la commune de Pointe-Noire, à une dizaine de kilomètres de son gîte diurne, sur les zones d'alimentation n°4 et 5. Contrairement à l'individu suivi en mai, il ne se rendait pas sur ces zones aux mêmes heures de la nuit. Le soir du 14, il est d'abord allé sur la zone 1 avant de transiter vers Pointe-Noire aux alentours de 19h30. La nuit du 18, il s'y est rendu directement après avoir quitté son gîte. L'enchaînement entre les cinq zones d'alimentation principales et le temps passé sur chacune d'elles fut variable en fonction des nuits suivies. La zone n°3 fut la plus exploitée, l'artibé s'y étant rendu chaque nuit à partir du 15 septembre. Concernant les déplacements de transit, il reste difficile de retracer le trajet précis de l'individu, la période de prise de point

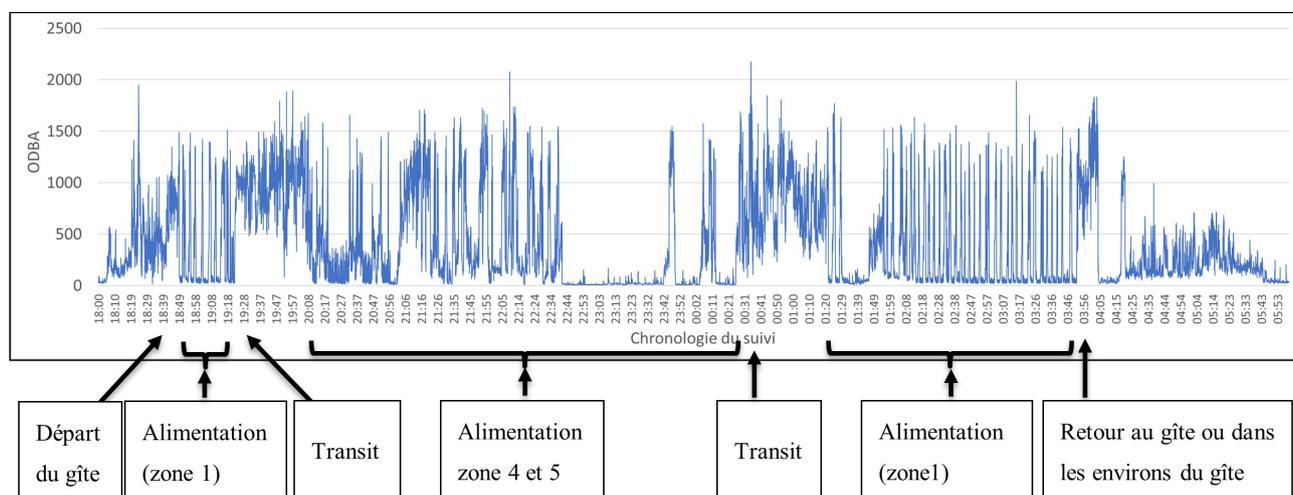


Figure 30.
Valeur ODBA (accéléromètre) pour la nuit du 14/09/2022., Artibeus 4.

GPS étant de 30 minutes. Lors des transits entre les zones d'alimentation proches du littoral, certains points GPS sont relevés au niveau de champs de canne à sucre ou de zones d'habitations. La chauve-souris semblait donc s'affranchir de corridors boisés pour ces déplacements. Pour le retour au gîte diurne en fin de nuit, plusieurs points GPS furent relevés en lisière de la Rivière Salée, pouvant indiquer l'utilisation de ce corridor pour rejoindre le Bois de la Ramée. L'individu devait probablement suivre ces lisières avant de remonter l'axe de la Ravine des Bois en direction de son arbre-gîte.

Concernant les plus longues phases de transit pour rejoindre les zones 4 et 5 de Pointe-Noire, la chauve-souris ne semblait pas suivre de route de vol particulière, mais la précision des positions prises toutes les 30 minutes ne permettait pas une perception fine du trajet.

Arbres exploités :

L'individu suivi exploitait lui aussi une majorité d'arbres fruitiers en jardins privés, où diverses essences ont été identifiées, sans qu'il soit possible de confirmer leur consommation par l'individu : manguiers

(*Mangifera indica*), figuiers (*Ficus citrifolia*), pruniers mombin (*Spondias mombin*), acajous amer (*Cedrela odorata*), palmiers de Manille (*Adonidia merrillii*) et arbres à pain (*Artocarpus altilis*). Seuls deux arbres exploités n'étaient pas localisés proche d'habitations (point 4 et 3 de la **Figure 31**), il s'agit de deux espèces de figuiers (*Ficus nymphaeolia* et *Ficus citrifolia*). Un reposoir nocturne localisé sur le point 11 (**Figure 32**) a également permis d'identifier des restes alimentaires de fruits de quenettier (*Melicococcus bijugatus*) et de palmiers (*Adonidia* sp.). Les accès privés de trois localisations n'ont pas permis l'identification des essences concernées (7, 5 et 9 sur la **Figure 31**).

Effet des conditions climatiques :

Le suivi a été marqué par le passage de la tempête Fiona (nuit du 16/09/2022), ayant engendré de fortes précipitations et des vents importants. Les données météorologiques ont indiqué des passages de pluies intenses aux alentours de minuit, 3h et 4h du matin. Sur ces horaires, l'artibé de la Jamaïque est resté inactif sur la zone d'alimentation 3. Entre ces deux périodes de précipitations, les données

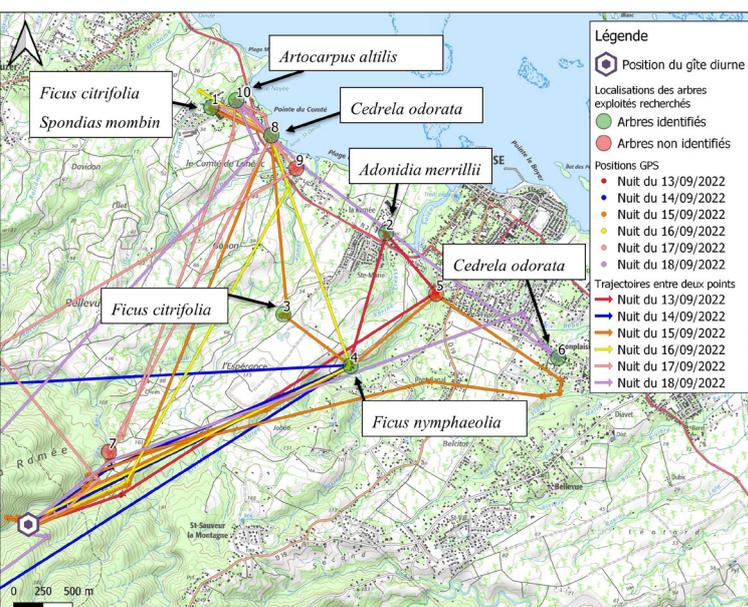


Figure 31. Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus 4 à Sainte-Rose, recherchés et identifiés.

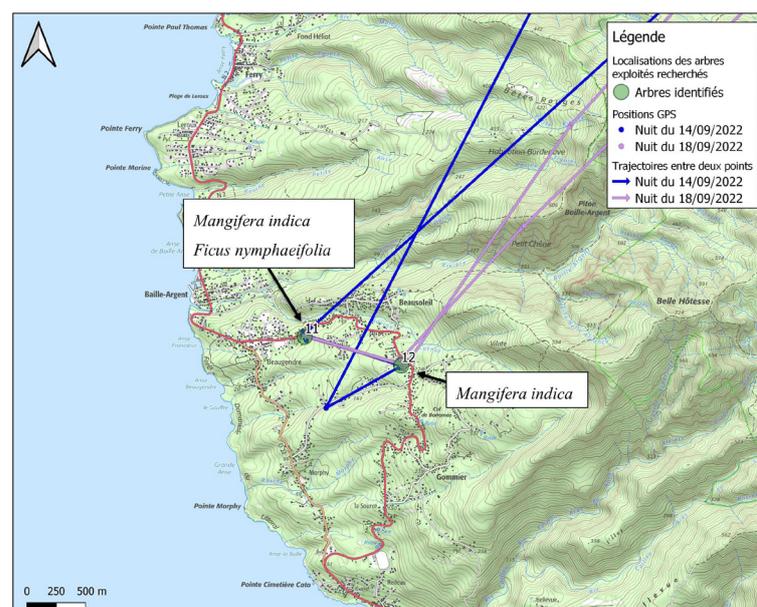


Figure 32. Localisation des principaux arbres exploités par Artibeus 4 à Pointe-Noire, recherchés et identifiés.

montrent une phase de mouvement, où l'individu avait probablement repris son alimentation. Après 4h du matin, il a entamé le retour vers son gîte diurne, qu'il a atteint au lever du soleil. Les conditions climatiques particulières de cette nuit l'on probablement poussé à retarder son retour jusqu'au lever du jour. Le passage de la tempête Fiona ayant endommagé les serveurs de stockage du parc de Sainte-Rose, les vitesses de vent n'ont pas été disponibles et n'ont donc pas été comparées à l'activité de la chauve-souris. Hauteur de vol :

Les hauteurs de vol enregistrées par la balise GPS sont peu fiables et ne permettent pas une analyse détaillée. Elles sont majoritairement inférieures à 30m, ce qui n'indiquerait pas de prise d'altitude particulière. En raison de la fiabilité de ces valeurs, il est difficile de conclure quant à la hauteur des vols de transit vers et depuis les zones de Pointe-Noire. Toutefois, ces trajectoires présentent des vitesses approximatives proches de 20 km/h, avec presque 10 km parcourus entre deux points espacés de 30 minutes (transit retour 18/09/2022). Ces vitesses se rapprochent de celles calculées lors de transit en milieu ouvert, entre les zones d'alimentation proches du littoral. Il est donc possible que la chauve-souris s'affranchisse des obstacles et transit au-dessus de la canopée, mais les résultats actuels sont insuffisants pour le confirmer.

Discussion

1. Intérêts de la méthode

La méthode de capture couplée au suivi télémétrique a fourni de nouvelles connaissances sur l'écologie des chauves-souris suivies, à propos de localisation et la nature de leur gîte diurne, mais

également sur leurs zones d'activité nocturne. Ces découvertes sont d'autant plus précieuses qu'elles concernent des espèces rares comme la Sérotine de la Guadeloupe et le Chiroderme de la Guadeloupe, jusqu'aujourd'hui jamais suivies par méthode de télémétrie.

De plus, les suivis GPS réalisés sur les Artibés de la Jamaïque ont procuré des données intéressantes sur le rythme d'activité nocturne, les zones d'alimentation et les voies de transit. Seule la technologie GPS associée à un accéléromètre permet un suivi d'une telle précision sur la nuit entière. En outre, cette méthode permet un suivi simultané de plusieurs individus, sans nécessité de moyens humains importants comme le demande les suivis télémétriques par triangulation.

2. Limites de la méthode

Les contraintes géographiques locales ont complexifié les recherches de gîte par télémétrie. Le relief du Bois de la Ramée, l'épaisse végétation et les conditions d'humidité limitaient la portée de détection des signaux VHF, imposant aux chercheurs de remonter le boisement par les rivières pour accéder aux zones encaissées. L'émetteur de la Sérotine de la Guadeloupe tombé au sol n'a par exemple été détecté qu'à une cinquantaine de mètres de distance, depuis le lit de la Rivière des Bois. Les gîtes des individus jamais détectés après leur relâché pourraient ainsi se trouver dans les boisements proches, mais dans des zones à très faible portée du signal. L'absence de sentier et le haut niveau d'eau des rivières en septembre ont par ailleurs rendu l'avancée en forêt difficile et ont ralenti les recherches. Le suivi télémétrique en avion n'a pas pu pallier ces contraintes. Les parasites acoustiques étaient trop forts et le vol proche des boisements difficile. De

plus, le secteur de recherche était situé à proximité directe du principal couloir aérien de Guadeloupe, ce qui a limité les trajectoires de l'avion.

Les contraintes matérielles ont également limité les résultats de l'étude. La colle SAUER utilisée pour la session de mai n'a pas résisté à l'humidité et s'est dégradée rapidement, provoquant la perte de l'émetteur de la Sérotine de la Guadeloupe deux jours après sa capture. La colle OSTOBOND employée en septembre a remédié à cette contrainte, avec une tenue estimée entre 6 et 10 jours sur le mâle de Chiroderme de la Guadeloupe, malgré des conditions d'humidité importante.

De plus, la taille des espèces cibles a exigé l'utilisation de petites balises GPS dont les capacités de batteries ne permettaient pas l'émission d'un signal VHF sur la journée entière. Le temps de recherche de gîte restait alors limité à quatre heures par jour pour les ardops des Petites Antilles. L'autonomie des balises a aussi conditionné la précision du suivi, imposant des prises de position GPS toutes les 20 ou 30 minutes pour un suivi de plusieurs nuits. Il s'agit donc de rester prudent quant à l'interprétation des trajectoires entre deux positions GPS. Par ailleurs, les plus petits GPS utilisés sur les ardops des Petites Antilles n'ont probablement pas tenu les cinq nuits estimées, leur signal n'ayant plus été détecté après quatre jours.

Les capacités des balises GPS n'ont pas permis un calcul fiable des hauteurs de vol. Pour les deux individus d'Artibé de la Jamaïque suivis, ces données n'ont pas pu aboutir à des résultats satisfaisants. Les positions GPS semblent également présenter une marge d'erreur lorsque l'individu est sous la canopée, au niveau de son gîte, alors qu'elles paraissent plus précises lorsqu'il se trouve sur les zones d'alimentation en dehors de la forêt.

Enfin, une limite majeure de la méthode concerne le caractère ponctuel des données recueillies, basées sur quelques individus et sur un nombre de nuits suivies limité. Ainsi, il reste difficile de percevoir des comportements de vol habituels et représentatifs de l'espèce. Il s'agit donc de rester prudent quant aux interprétations liant comportement de vol et risques éoliens.

3. Interprétation et sensibilité au risque éolien

Sérotine de la Guadeloupe (*Eptesicus guadeloupensis*)

Le suivi sur la Sérotine de la Guadeloupe a confirmé la forte probabilité d'un gîte forestier dans la zone d'étude, au sein du Bois de la Ramée. L'individu suivi étant une femelle allaitante, il est possible qu'une activité de reproduction existe au sein du site d'étude (colonie de mises-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Sa capture en lisière de ce même boisement et une direction en vol vers le nord-est après son relâché laissent penser qu'elle utilisait la lisière d'une ravine descendant du massif forestier comme zone de transit. Localisée en chasse à faible altitude au sein de la ravine ou en lisière de la Rivière Salée, elle fréquentait donc également la ravine ou son entourage comme zone de chasse. Le suivi a également mis en évidence un axe de transit au niveau de champs cultivés entre deux ripisylves, laissant penser qu'elle ne dépend pas strictement de corridors boisés pour ses déplacements. Cet axe n'a pas été précisément délimité.

Concernant son rythme d'activité nocturne, les résultats se basent uniquement sur une nuit de suivi ce qui limite toute interprétation. Cette nuit-là, la

sortie de gîte serait intervenue environ 20 minutes après le coucher du soleil. Cela reste conforme aux données acoustiques enregistrées sur le parc éolien Sainte-Rose, présentant des contacts de l'espèce à des heures variables, dès le coucher du soleil et jusqu'à 45 minutes avant le jour (EXEN 2022a).

Ces résultats supposeraient une utilisation des lisières du boisement ombrophile et des ravines forestières comme zones de transit et de chasse, ainsi qu'une possibilité de vol en milieux plus ouverts pour transiter entre deux zones favorables. Ils restent basés sur un suivi ponctuel et ne peuvent être généraliser au comportement de l'espèce.

Concernant le risque de mortalité, la Sérotine de la Guadeloupe pourrait donc s'exposer aux éoliennes lors de transits où elle s'affranchit des lisières, en cas de prise de hauteur ou d'éoliennes à faible garde au sol. Cela peut également concerner les éoliennes implantées proche des lisières et des ravines forestières, sur les zones de chasse ou les voies de transit régulières, qu'il s'agisse de transits depuis et vers le gîte, ou entre les zones d'alimentation favorables.

Les résultats n'indiquent pas une activité de chasse en plein ciel, bien que ce comportement ait été mis en évidence par l'acoustique (BARATAUD & GIOIA 2013). Mais on ne peut pas exclure que des phénomènes d'aérologie puissent entraîner des insectes en hauteur (et donc les chauves-souris qui les chassent), et favorisent son exposition à un risque ponctuel de mortalité supplémentaire.

Chiroderme de la Guadeloupe (*Chiroderma improvisum*)

Les résultats des captures montrent qu'une population de chirodermes est présente dans les environs du site d'étude, avec la présence d'au moins un

gîte-diurne en feuillage au sein du Bois de la Ramée. Les femelles capturées en mai et septembre étant toutes sexuellement actives (gestantes et/ou allaitantes), il est possible qu'une activité de reproduction existe au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Les positions des captures en lisière de boisement et de ripisylves, et les résultats du suivi télémétrique du mâle, indiquent l'utilisation des axes de rivières comme corridors de déplacement, mais également le franchissement d'une zone cultivée pour rejoindre un second corridor boisé. L'une des femelles a justement été capturée sur cet axe de transit, à plus de 50 mètres d'une lisière. Ces informations viennent confirmer les hypothèses considérant que l'espèce est capable de s'éloigner des lisières et de voler en milieux plus ouverts (ASFA 2014, IBÉNÉ *et al.* 2007). Supposé exploiter principalement les zones forestières, en lisière et canopée, le Chiroderme suivi s'est finalement rendu sur une zone urbanisée à quatre kilomètres de son gîte diurne, pour profiter des arbres fruitiers dans des jardins privés.

Deux nuits consécutives témoignent d'une sortie de gîte 25 minutes après le coucher du soleil, et d'un retour au moins 1h30 avant le lever du soleil. Ces résultats restent insuffisants pour conclure sur le rythme d'activité du Chiroderme de la Guadeloupe. Ils indiquent toutefois que l'espèce peut être active dès le début de nuit.

En fin de compte, l'espèce pourrait s'exposer au risque de collision lors de transits où elle s'affranchit des lisières, en particulier en cas d'éoliennes à faible garde au sol. Comme pour la Sérotine de la Guadeloupe, cela peut également concerner les éoliennes implantées proche des lisières et des ravines forestières, si la

zone de rotation des pales se retrouve proche des voies de transit régulières, par exemple ici, entre le(s) gîte(s) du bois de la Ramée et des zones d'alimentation proche du littoral.

Artibé de la Jamaïque (*Artibeus jamaicensis*)

Les nombreuses captures de l'Artibé de la Jamaïque laissent penser que l'espèce fréquente bien le site étudié. Plusieurs gîtes en feuillage ont été découverts, au niveau du massif forestier et des ravines environnantes. L'espèce occupe certainement un nombre de gîtes plus important au sein de la zone d'étude. En mai, plusieurs femelles allaitantes ont été capturées, indiquant la possibilité d'une activité de reproduction au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Les individus suivis par GPS utilisaient les lisières et ravines forestières comme corridors entre les gîtes diurnes en milieu forestier et certaines zones d'alimentation proche du littoral, mais ils traversaient également des milieux ouverts, notamment entre les arbres fruitiers exploités. Par ailleurs, les deux suivis ont montré que les artibés de la Jamaïque étaient capables de réaliser de longues trajectoires pour rejoindre des arbres en fruit, en traversant le massif forestier entier. Les biais de relevés de hauteurs de vol n'ont pas permis une analyse pertinente mais ne tendent pas vers des prises d'altitude particulièrement importantes lors de ces trajectoires.

Les artibés de la Jamaïque suivis ont principalement cherché leur nourriture dans les zones urbanisées, à distance du massif forestier. Le comportement des deux mâles étudiés suppose qu'ils connaissent bien leur environnement, puisqu'ils rejoignent directement les

mêmes arbres fruitiers sur plusieurs nuits consécutives (comportement prédictif). Leurs activités semblent principalement dépendre des arbres fruitiers et de leur phénologie, y compris pour des arbres isolés ou situés en milieux souvent considérés comme moins favorables aux chiroptères (cultures, zone urbanisée).

Concernant le rythme d'activité nocturne, les résultats témoignent d'une activité tout au long de la nuit, avec des sorties de gîtes 10 minutes après le coucher du soleil, et un retour au gîte variable, entre le milieu de la nuit et le lever du jour. Les déplacements vers des zones d'alimentation éloignées surviennent à des heures variables au cours de la nuit.

Finalement, l'Artibé de la Jamaïque semble lui aussi surtout exposé à un risque de collision lors de ses vols de transit. Cela peut concerner les déplacements depuis et vers le gîte diurne ou pour les trajets vers des zones d'alimentation éloignées, en particulier en cas de parcs éoliens implantés proche des lisières. Le risque d'exposition aux éoliennes peut également exister lorsqu'il s'affranchit des lisières et transit en milieu ouvert, lors d'éventuels vols plus en hauteur ou/et pour des éoliennes à faible garde au sol. Pour cette espèce, et possiblement pour les autres espèces dépendantes des essences végétales, il paraît important de considérer en priorité les essences végétales chiroptérophiles et notamment leur position par rapport aux gîtes diurnes lors des réflexions d'implantation des éoliennes.

De plus, l'espèce est connue pour s'alimenter ponctuellement d'insectes. Il n'est pas exclu qu'un risque de collision existe également en cas de poursuite de proies à hauteur de pales. Ce risque resterait toutefois plus ponctuel.

Ardops des Petites Antilles (*Ardops nichollsi*)

L'Ardops des Petites Antilles a été capturé sur l'ensemble des stations et tous les gîtes découverts se trouvaient dans des arbres environnants. L'espèce est donc bien représentée dans le secteur étudié. Au mois de septembre, la capture d'une femelle allaitante indique la possibilité d'une activité de reproduction au sein du site d'étude (colonie de mise-bas, élevage de jeunes, si tant est que l'espèce se regroupe bien en colonie pour la reproduction).

Aucun des suivis GPS n'ayant abouti, les résultats du comportement de vol de l'Ardops des Petites Antilles restent très limités.

Comme pour les artibés de la Jamaïque suivis, un risque de collision en phase de transit pourrait dépendre principalement de la position et la proximité des essences végétales chiroptérophiles, par rapport à la localisation des éoliennes. Cette hypothèse reste à confirmer par de futurs suivis.

Brachyphylle des Antilles (*Brachyphylla cavernarum*)

Le Brachyphylle des Antilles n'a été capturé qu'à deux reprises au cours de la présente étude.

Le seul individu équipé d'émetteur VHF n'a jamais été retrouvé. L'espèce est toutefois représentée au sein du bois de la Ramée, où une cavité arboricole abritant une quarantaine d'individus a été découverte. La présente étude n'apporte pas suffisamment d'éléments nouveaux pour traiter de la sensibilité de cette espèce au risque éolien. Les connaissances actuelles tendent à expliquer cette sensibilité par un comportement de vol en plein ciel et l'exploitation d'insectes en hauteur. La présence de gîte en boisement pourrait également engendrer une exposition aux

éoliennes lors de vol de transit depuis et vers les gîtes pour un parc éolien positionné proche de la forêt.

Monophylle des Petites Antilles (*Monophyllus plethodon*)

Malgré les tentatives de captures à proximité d'arbres en fleurs et l'utilisation de filets canopées, aucun Monophylle des Petites Antilles n'a été capturé au cours des deux sessions de suivi. Ce résultat supposerait une utilisation occasionnelle du site d'étude. Il est possible que l'espèce exploite les environs du site sur certaines périodes de floraison non couvertes par les sessions de capture. Déjà contactée sur le site au niveau des boisements et ripisylves (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), on pourrait imaginer que le Monophylle puisse joindre les différentes ravines en restant à hauteur de canopée s'exposant à la zone de rotation des pales. De même, comme pour les autres espèces frugivores, le monophylle consomme une part d'insectes, ce qui peut l'exposer également au risque éolien. L'absence de donnée acquise au cours du suivi ne permet pas de confirmer ces hypothèses.

Conclusion, perspectives

Les résultats de cette étude étoffent les connaissances sur l'écologie des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité lié aux éoliennes. Les différents suivis ont mis en évidence les boisements du site d'étude, voire les ravines forestières, comme sièges de gîtes diurnes pour les espèces étudiés (Artibé de la Jamaïque, Ardops des Petites Antilles, Brachyphylle des Petites Antilles, Chiroderme de la Guadeloupe et probablement Sérotine

de la Guadeloupe). Les zones d'activité identifiées se trouvent majoritairement au niveau des espaces agricoles et urbanisés en direction du littoral, impliquant des trajectoires de transit entre ces zones et le boisement. Pour toutes les espèces suivies par GPS et radiopistage, rivières et lisières de ravines semblent utilisées comme corridors, et comme zones de chasse pour la Sérotine de la Guadeloupe. Mais des transits ponctuels en milieux ouverts cultivés ont également été identifiés, notamment pour passer d'un corridor à un autre ou pour rejoindre directement un secteur d'alimentation. Pour les espèces frugivores suivies (Artibé de la Jamaïque et Chiroderme de la Guadeloupe), ces zones d'alimentation peuvent être représentées par des arbres fruitiers parfois isolés en zones cultivées ou au sein de jardins

privés. Ces fonctionnalités sont résumées en **Figure 33**. Les résultats n'ont pas présenté de prise d'altitude notable ou de vols en plein ciel.

Concernant la sensibilité à l'éolien, ce premier suivi par GPS et radiopistage semble montrer que les individus suivis seraient surtout exposés à un risque de collision lors de vols de transit, en particulier en cas de parcs éoliens implantés proche des lisières et sur des trajectoires de transits récurrentes. Cela concerne les déplacements depuis et vers le gîte diurne ou entre des zones d'alimentation. Ce résultat rejoint l'hypothèse émise par RODRÍGUEZ-DURÁN & FELICIANO-ROBLES (2015), évoquant le lien entre les cas de mortalité de Phyllostomidés et les éoliennes implantées sur les voies de transit. Le risque d'exposition aux éoliennes peut également exister lorsqu'ils s'affranchissent des lisières et transitent ou s'alimentent en milieu ouvert, lors d'éventuels vols plus en hauteur ou/et pour des éoliennes à faible garde au sol.

Ces résultats soulignent donc l'importance d'étudier les voies de transit des chiroptères lors de l'implantation de parcs éoliens. Les éoliennes implantées dans la continuité directe (quelques dizaines ou centaines de mètres) de reliefs forestiers, réservoirs de gîtes diurnes, se trouveraient probablement sur des voies de transit récurrentes entre gîtes et zones d'activité nocturnes. Il s'agit donc de privilégier une orientation des lignes d'éoliennes parallèles au relief et d'étudier la position récurrente des pales en fonction des vents dominants pour éviter une rotation des pales à proximité directe des lisières et canopées. Pour les espèces frugivores et nectarivores, il paraît important de considérer en priorité la présence d'essences végétales chiroptérophiiles dans l'entourage du parc et notamment

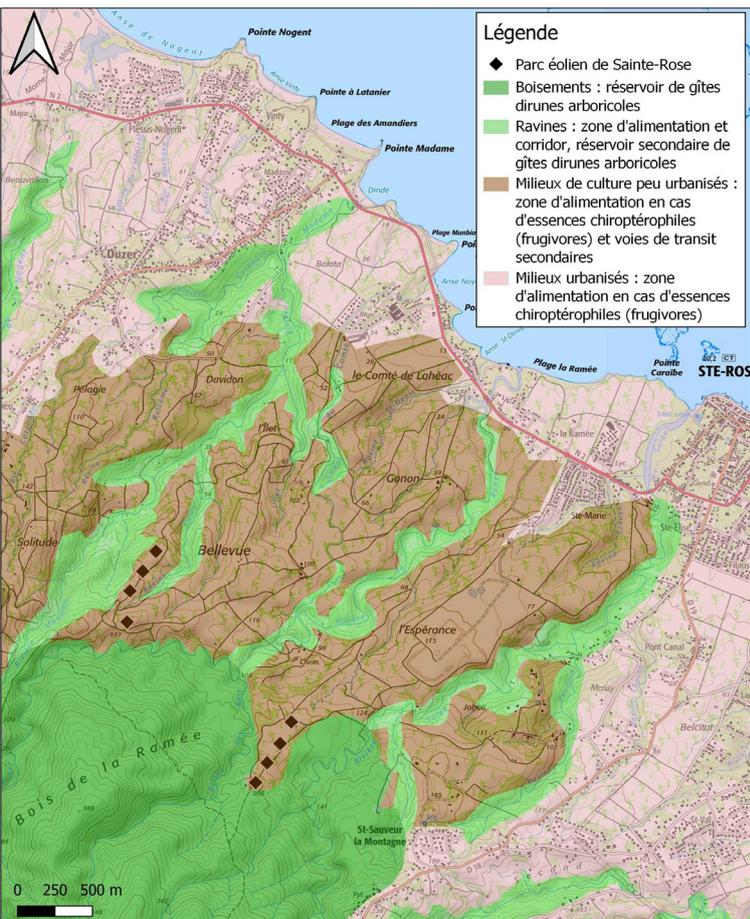


Figure 33. Synthèse des fonctionnalités de la zone d'étude.

leur position par rapport aux gîtes diurnes lors des réflexions d'implantation d'éoliennes. Il serait intéressant d'étudier les possibilités de création de corridors d'essences végétales attractives pour diriger les vols de transit le long de ces corridors et réduire les trajectoires au sein des parcs éoliens.

Le choix d'éoliennes à gardes au sol importantes pourrait prévenir du potentiel risque de collision évoqué pour des individus s'affranchissant des lisières et transitant ou s'alimentant en milieu ouvert. Cependant, cette réflexion doit également concerner les autres espèces de chiroptères évoluant plus en hauteur et représentant la majorité des cadavres retrouvés sous les éoliennes.

Pour conclure, cette étude permet de mieux comprendre comment les espèces de chiroptères guadeloupéennes exploitent leur environnement et propose quelques hypothèses sur les comportements de vol susceptibles de générer une sensibilité spécifique à l'éolien. Cependant, ces résultats restent basés sur quelques individus de

certaines espèces cibles et deux espèces ciblées (l'Ardops des Petites Antilles et le Monophylle des Petites Antilles) n'ont pas pu être étudiées suffisamment. De plus, les valeurs de hauteur de vol n'ont pas permis une analyse suffisamment précise. Il est donc important d'étoffer l'analyse par l'apport d'autres suivis sur d'autres individus. En parallèle, il paraît intéressant de mener une étude similaire sur les espèces insectivores de plein ciel, dont le statut de conservation actuel n'est pas défavorable mais qui représentent les espèces les plus impactées par les parcs éoliens. D'un point de vue général, il apparaît donc primordial de mettre en place un programme d'élargissement des connaissances de plus vaste envergure si l'on souhaite continuer à améliorer les connaissances sur les chiroptères de Guadeloupe et tendre vers une meilleure maîtrise des impacts de l'éolien sur ces espèces patrimoniales.

Remerciements

Nous remercions l'entreprise Valorem, financeur majoritaire de cette mission, ainsi que la DEAL Guadeloupe, pour avoir validé le protocole d'étude dans le respect de l'arrêté préfectoral du 27 juillet 2015 concernant le parc éolien exploitée par la société SAINTE ROSE ÉNERGIES. Merci également à l'ONF Guadeloupe, pour l'autorisation de capturer en forêt publique.

Cette étude a été rédigée par Alix Thurow, avec la participation de Yannick Beucher et Baptiste Angin. L'analyse et le traitement des données ont été réalisés par Alix Thurow. Les captures et suivis sur le terrain ont menés par : Baptiste Angin, Joël Bec, Anatoli Bec-Canet, Yannick Beucher, Emilien Bonichon, Romane Routtier et Alix Thurow.

Bibliographie

ASFA. 2014. Avis de l'Association de Sauvegarde et de réhabilitation de la Faune des Antilles (L'ASFA) et du Groupe Chiroptères de Guadeloupe (GCG) dans le cadre de l'enquête publique réalisée pour le projet éolien de Sainte-Rose (Espérance et Bellevue). 17p.

BAERWALD, E. F., D'AMOURS, G. H., KLUG, B. J., BARCLAY, R. 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18, 695-696.

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

BARATAUD, M., GIOSA, S., LEBRANC, F., FAVRE, P., DESMET, JF. 2015. Identification et écologie acoustique des chiroptères de la Guadeloupe et de la Martinique (Antilles françaises). *Le Vespère* 5, 297-330. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M. & GIOSA, S. 2013. *Eptesicus guadeloupensis* : une espèce insulaire endémique en danger ? *Le Rhinolophe* 19, 177-187. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BARATAUD, M. & S. GIOSA. 2014. Etude acoustique des chiroptères de Guadeloupe : activité nocturne et utilisation de l'habitat. *Le Vespère* 4 : 241-252. http://ecologieacoustique.fr/?page_id=11

BASCOLE, P. 2021. Étude transversale sur l'écologie des chiroptères de Martinique pour une meilleure connaissance et conservation de ces mammifères indigènes. 77p.

BECK, J.D., LOFTIS, A.D., DALY, J.L., REEVES, W.K., ORLOVA, M.V. 2016. First record of *Chiroderma improvisum* Baker & Genoways, 1976 (Chiroptera: Phyllostomidae) from Saint Kitts, Lesser Antilles. *Check List*, 12(2) n°1854, 4p.

BEUCHER, Y., DARNIS, T., PARMIN, V. 2022. Utilisation de balises GPS pour étudier l'écologie de la Grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*) : retours d'expériences. *Symbioses*, 2022, nouvelle série, n°39-40, p. 37-48.

BROOKS, T. M., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B., KONSTANT, W. R., FLICK, P., PILGRIM, J., OLDFIELD, S., MAGIN, G., HILTON-TAYLOR, C. 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology*, 16, 909–923.

CYCLECO. 2015. Analyse du Cycle de Vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France, Rapport final. 93p.

DEAL GUADELOUPE. 2021A. Energie éolienne. [en ligne]. Consulté le 08/12/2022. <https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/energie-eolienne-a594.html>

DEAL GUADELOUPE. 2021B. Arrêté préfectoral DEAL/RED imposant des prescriptions de mesures d'urgence à la société SAINTE-ROSE ÉNERGIES relatives à la préservation des enjeux environnementaux par son unité de production d'électricité mécanique du vent (parc éolien) située aux lieux dits « Bellevue » et « Espérance » sur le territoire de la commune de Sainte-Rose. 3 p.

DEAL GUADELOUPE. 2015. Arrêté n°2015-083/SG/DICTAJ/BRA du 27 juil. 2015 autorisant la société SAINTE ROSE ENERGIES à exploiter une activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent (Parc éolien) sur le territoire de la commune de Sainte Rose. 10p.

EUR-LEX. 2009. Document 32009L0028 [en ligne]. Consulté le 10/12/2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>

EXEN. 2022A. Parcs éoliens de Sainte Rose (971). Suivi environnemental post-implantation 2021-2022 ciblé sur la faune volante. Rapport basé sur les données de mars 2021 à mars 2022. 142p.

EXEN. 2022B. Projet éolien de Heume l'Eglise (63). Expertise chiroptérologique ciblée sur la Grande noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Rapport de mission 2021. 88p.

GCG, GROUPE CHIROPTÈRE DE GUADELOUPE. 2015. Karubats Niouz. La lettre d'information du Groupe Chiroptères de Guadeloupe N°2. 46p.

HATCH, S.A., MEYERS, P.M., MULCAHY, D.M. & DOUGLAS, D.C. 2000. Performance of implantable satellite transmitters in diving seabirds. *Waterbirds*, 23, 84–94.

IBÉNÉ, B., LEBLANC, F. & PENTIER, C. 2006. Contribution à l'étude des chiroptères de la Guadeloupe. Rapport final. 135 pp.

JONG, C. DE, FIELD, H., TAGTAG, A., HUGHES, T., DECHMANN, D., JAYME, S., EPSTEIN, J., SMITH, C., SANTOS, I., CATBAGAN, D., LIM, M., BENIGNO, C., DASZAK, P. & NEWMAN, S. 2013. Foraging Behaviour and Landscape Utilisation by the Endangered Golden-Crowned Flying Fox (*Acerodon jubatus*), The Philippines. *PloS One*, 8, e79665.

LENOBLE, A., ANGIN, B., HUCHET, J.-B., ROYER, A. 2015. Seasonal Insectivory of the Antillean Fruit-Eating Bat (*Brachyphylla cavernarum*). *Caribbean Journal of Science*, 48, 127–131.

LÉGIFRANCE. 2018. Arrêté du 17 janvier 2018 fixant la liste des mammifères terrestres représentés dans le département de la Guadeloupe protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection [en ligne]. Consulté le 09/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036543825>

LÉGIFRANCE. 2015. LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385&categorieLien=id>

LÉGIFRANCE. 2013. Arrêté du 8 mars 2013 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie mécanique du vent situées dans des zones particulièrement exposées au risque cyclonique et disposant d'un dispositif de prévision et de lissage de la production. [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000027262791>

LÉGIFRANCE. 2010. LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement [en ligne]. Consulté le 12/12/2022. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id>

LIM, B. K., LOUREIRO, L. O., & GARBINO, G. S. T. 2020. Cryptic diversity and range extension in the big-eyed bat genus *Chiroderma* (Chiroptera, Phyllostomidae). *ZooKeys*, 918, 41-63.

- LÓPEZ LÓPEZ, P. 2016.** Individual-based tracking systems in ornithology: welcome to the era of big data. *Ardeola-International Journal of Ornithology*, 63, 103-136.
- MEEM MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER. 2017.** Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres. 188p.
- MILLER, A. 2008.** Patterns of avian and bat mortality at a utility-scale wind farm on the southern high plains. Thesis, Texas Tech University, 125p.
- OLEKSY, R., RACEY, P. A. & JONES, G. 2015.** High-resolution GPS tracking reveals habitat selection and the potential for long-distance seed dispersal by Madagascar flying foxes *Pteropus rufus*. *Global Ecology and Conservation*, 3, 678-682.
- O'MARA, T., WIKELSKI, M. & DECHMANN, D. 2014.** 50 years of bat tracking: Device attachment and future directions. *Methods in Ecology and Evolution*, 5, 311-319.
- PIORKOWSKI, M. D. & O'CONNELL, T. J. 2010.** Spatial Pattern of Summer Bat Mortality from Collisions with Wind Turbines in Mixed-Grass Prairie. *The American Midland Naturalist*, 164 (2), 260-269.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. & FELICIANO-ROBLES, W. 2015.** Impact of Wind Facilities on Bats in the Neotropics. *Acta Chiropterologica*, 17 (2), 365-370.
- SAIDUR, R., RAHIM, N. A., ISLAM, M. R., SOLANGI, K. H. 2011.** Environmental Impact of Wind Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2423-2430.
- SAINTE-ROSE ENERGIES. 2014.** Dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre des installations classées pour la protection de l'environnement – Tome 2 : Etude d'impact. 478p.
- SITELÉCO. 2021.** Parc éolien de Sainte Rose (971) : Suivi environnementaux en phase d'exploitation, Rapport d'étude final // saison 2020-2021. 50p.
- SITELÉCO. 2020.** Parc éolien de Sainte Rose (971) : Suivi environnementaux en phase d'exploitation, Rapport de synthèse des résultats. 50p.
- SYNDICAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES.** L'éolien terrestre. Syndicat des énergies renouvelables [en ligne]. Consulté le 10/12/2022. <http://www.enr.fr/eolien-terrestre>
- THUROW, A. 2018.** Nouvelles découvertes sur les activités nocturnes de la plus grande chauve-souris d'Europe, la Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*). Mémoire de stage de Master 1 IEGB, EXEN.
- THUROW, A., & BEUCHER, Y. 2018.** Foraging flights of the Greater Noctule (*Nyctalus lasiopterus*). New insights based on the GPS tracking technology. 7th SECEMU Conference. Gibraltar.
- UICN (UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE). 2021.** La Liste rouge des espèces menacées en France Faune de Guadeloupe. 36 p.



Ariteus jamaicensis
© Baptiste ANGIN

Pour citer cet article :

THUROW, A., BEUCHER, Y., ANGIN, B. 2024.

Etude sur les traits de vies des chauves-souris guadeloupéennes patrimoniales et sensibles au risque de mortalité avec les éoliennes.

Plume de Naturalistes 8 : 13-60.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles
de *Plume de Naturalistes* :

www.plume-de-naturalistes.fr

Annexe

1. Suivis supplémentaires sur la Sturnire de la Guadeloupe

Les connaissances actuelles sur la Sturnire de la Guadeloupe ne présument pas d'une sensibilité particulière au risque de collision éolien. En effet, cette espèce resterait cantonnée aux sous-bois et ne s'éloignerait pas des forêts (ASFA 2014). De plus, aucun cadavre n'a été retrouvé sur le parc de Sainte-Rose lors des deux années de suivi mortalité (EXEN 2022A, SITELÉCO 2021). Espèce à faible intensité d'émission acoustique, elle a été contactée ponctuellement lors de l'étude d'impact (SAINTE-ROSE ENERGIES 2014), mais aucun enregistrement n'a eu lieu au cours des suivis acoustiques entre 2020 et 2022 (EXEN 2022A, SITELÉCO 2021).

a) Captures et équipement des individus de Sturnire de la Guadeloupe.

Au cours des deux sessions de suivi, 13 Sturnires de la Guadeloupe ont été captu-

rées, exclusivement sur la station en lisière du Bois de la Ramée. 3 mâles adultes ont été équipés d'émetteurs VHF, un en mai (Sturnira 1), et deux en septembre (Sturnira 2, Sturnira 3).

b) Suivis diurnes : phase de recherche de gîtes.

La chauve-souris Sturnira 2 utilisait un gîte en feuillage, enfoncé au sein du bois de la Ramée, à la confluence de plusieurs ravines.

Le gîte de l'individu Sturnira 3 n'a jamais été trouvé. Une zone de gîte approximative a toutefois été identifiée, au sein du boisement au sud de sa station de capture. Le signal de la balise a été perdu après le passage de la tempête Fiona, nuit où la chauve-souris a possiblement changé de gîte.

L'individu Sturnira 1, équipé lors de la première session, n'a jamais été détecté après son relâché. Son gîte n'a donc pas été localisé.

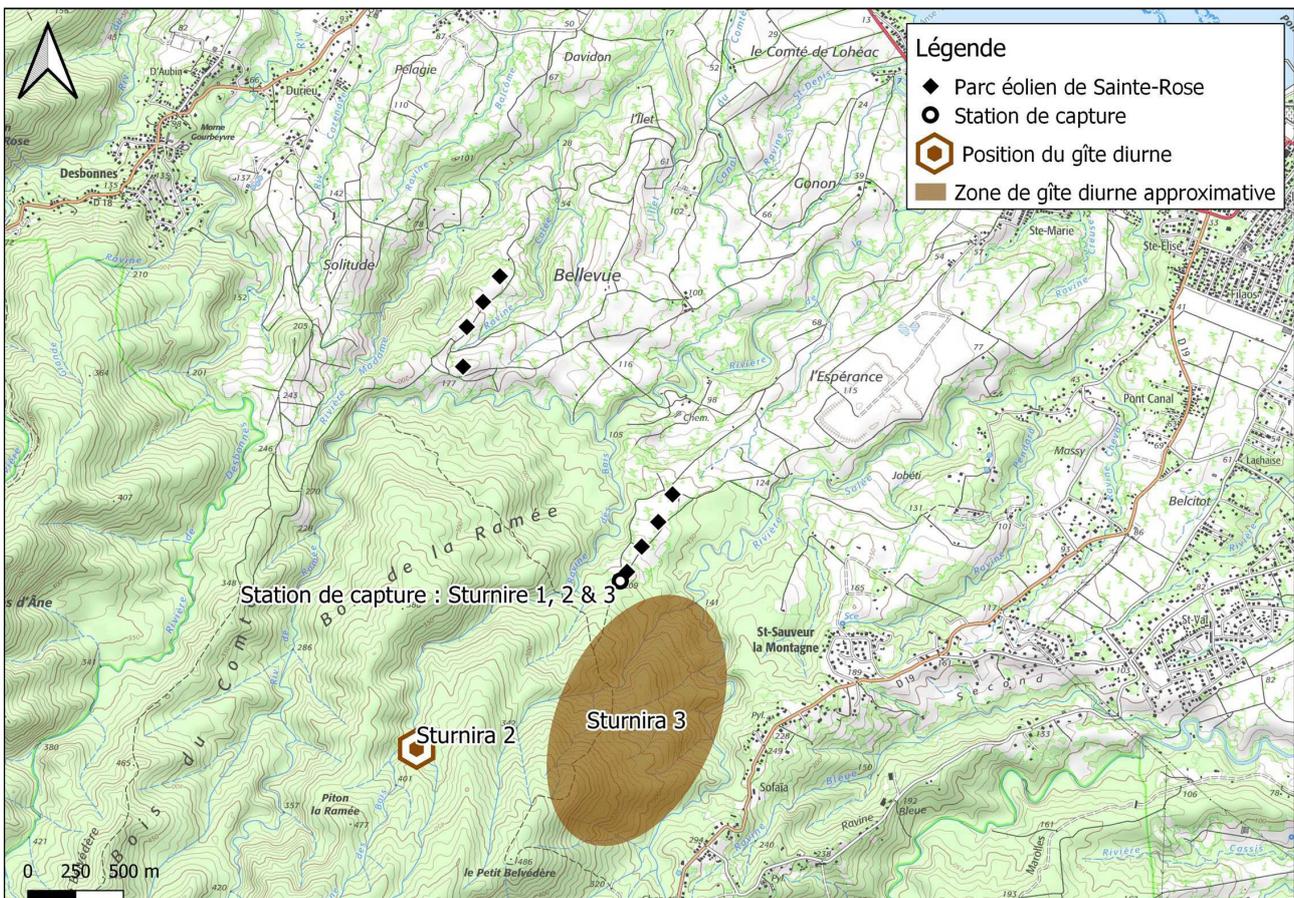


Figure annexe ; 1.

Positions des captures, gîtes et zone de gîte des sturnires de la Guadeloupe équipées (Sturnira 1, Sturnira 2, Sturnira 3).

L'ensemble de ces résultats figurent sur la **Figure annexe ; 1**.

c) Suivis nocturnes : données télé-métriques.

Dès le lendemain de l'équipement des sturnires de la session de septembre, les deux individus ont été détectés en début de nuit (25 minutes après le coucher du soleil), en vol à proximité de leur site de capture, probablement en sous-bois ou lisière (**Figure annexe ; 2**). Le soir suivant, la Sturnira 2 a de nouveau été captée sur cette zone, pendant une trentaine de minute, 1h après le coucher du soleil. Elle évoluait entre la lisière et le sous-bois. Cette zone semble donc exploitée régulièrement, au moins en début de nuit.

d) Interprétation et sensibilité au risque de collision éolien.

La Sturnire de la Guadeloupe a été cap-

turée de nombreuses fois sur la station en lisière du Bois de la Ramée, un gîte en feuillage a été localisé dans ce même boisement, et une zone de gîte approximative signale la présence d'un second gîte dans les environs. L'espèce est donc bien présente au sein des boisements du site d'étude, avec l'existence possible d'une activité de reproduction, révélée par la capture de plusieurs femelles gestantes et allaitantes.

Les courts suivis par radiopistage de début de nuit et l'absence de capture sur les stations éloignées de la forêt supposeraient que l'espèce évolue principalement en sous-bois, moins exposée au risque de collision éolien. Cependant, ces quelques résultats n'excluent pas la possibilité de vol en dehors du couvert végétal et ne représentent pas une évaluation de la sensibilité de l'espèce.

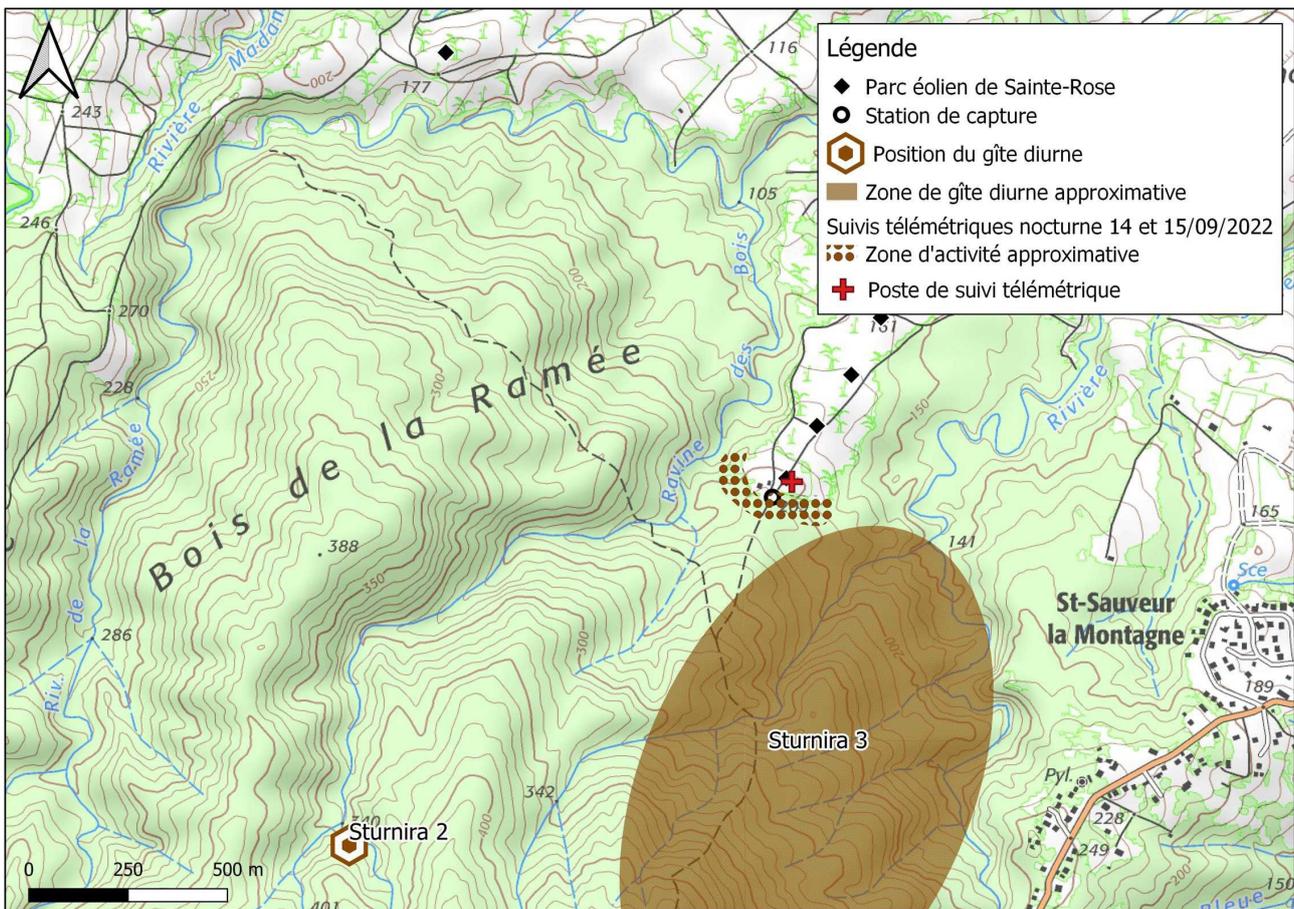


Figure annexe ; 2.

Résultat du suivi télémétrique des sturnires de la Guadeloupe équipées (Sturnira 2, Sturnira 3).

2. Données supplémentaires acquises au cours des captures des deux sessions d'étude

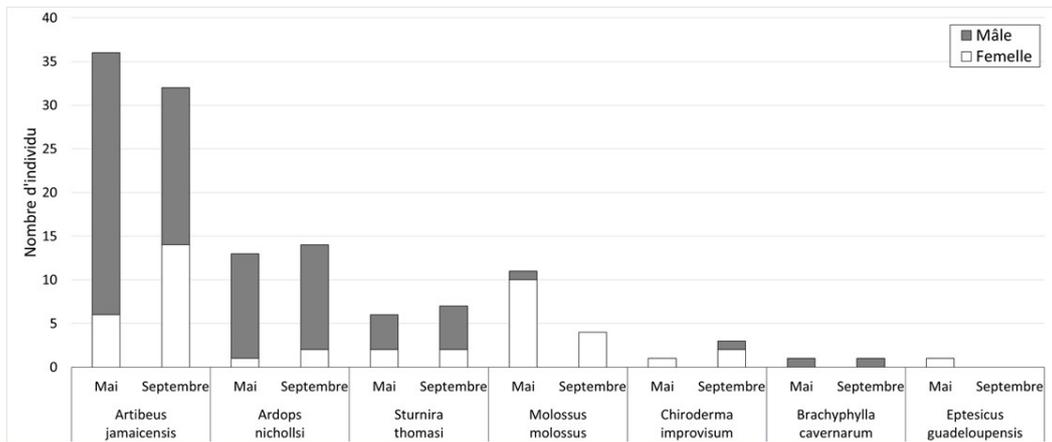


Figure annexe ; 3.
Sex-ratio des différentes espèces capturées.

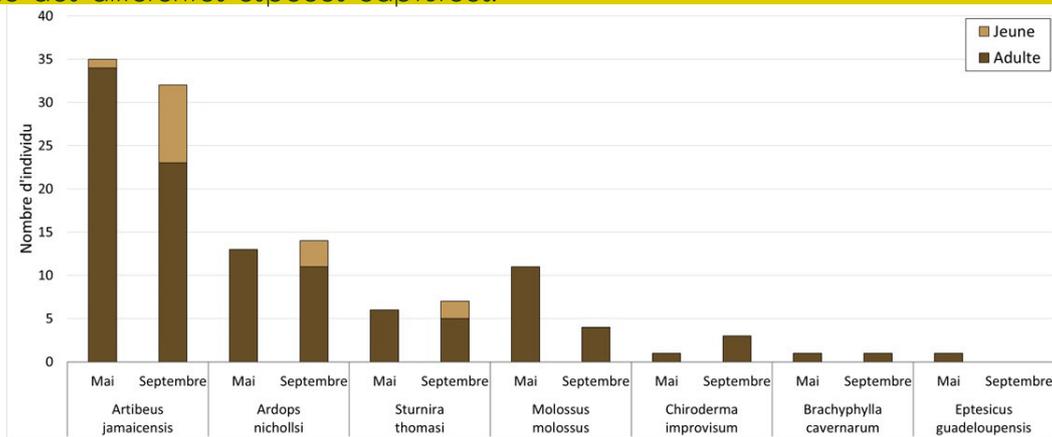


Figure annexe ; 4.
Tranches d'ages des différentes espèces capturées.

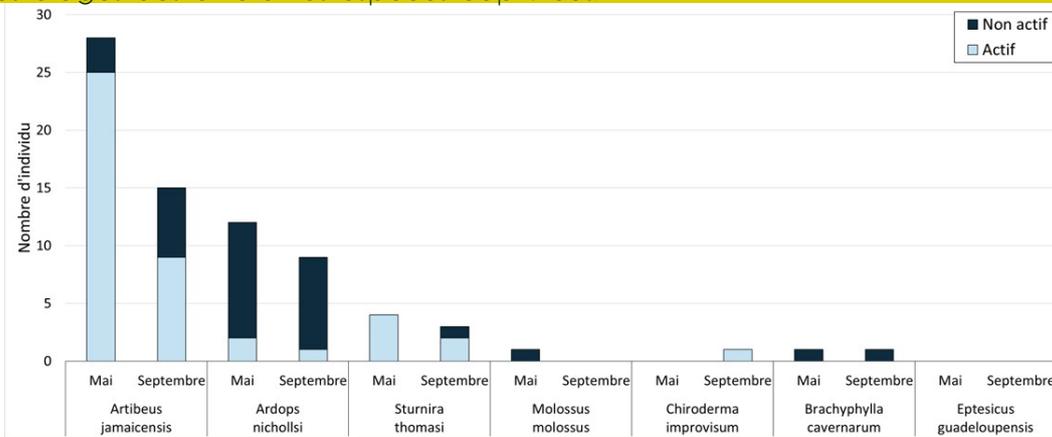


Figure annexe ; 5.
Statuts reproducteurs des mâles des différentes espèces capturées.

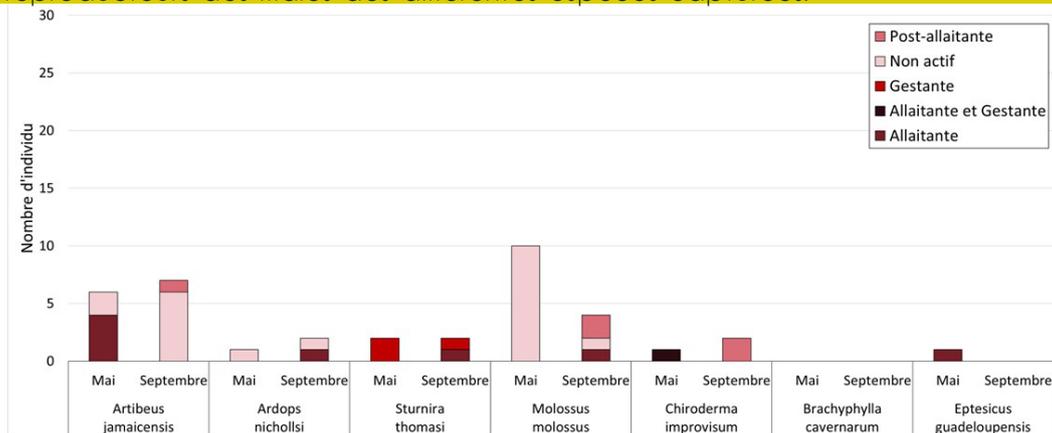


Figure annexe ; 6.
Statuts reproducteurs des femelles des différentes espèces capturées.

À quelle vitesse vole le Martinet noir (*Apus apus*) ?

Synthèse bibliographique chronologique

Par **Jean-François CORNUET**
(jfcornuet@gmail.com)

Résumé

Le Martinet noir est réputé pour son vol très rapide. On lit couramment qu'il est capable de voler à une vitesse supérieure ou égale à 200 km/h. Cette synthèse bibliographique chronologique commence par les premières mesures publiées en 1947 par Emil WEITNAUER un des grands précurseurs de l'étude de cette espèce. Il chronomètre manuellement des martinets à plus de 200 km/h au-dessus d'une colonie de reproduction.

À partir de 1955, WEITNAUER utilise des radars pour suivre les vols en altitude des martinets. Ces radars vont être utilisés par d'autres équipes de chercheurs dont les publications présentent entre autres résultats des données sur les vitesses de vol en migration. Progressivement les conditions expérimentales de ces mesures vont être précisées.

Dès les années 1970, des chercheurs construisent des dispositifs optiques tel l'ornithodolite pour la mesure des



vitesse de vol.

Puis, à partir des années 2010, des systèmes de caméras vidéo fournissent en continu les données du vol d'un même individu (trajectoire 3D, vitesses et accélérations).

La discussion de cette synthèse bibliographique essaye d'expliquer pourquoi les données initiales de vitesse publiées par WEITNAUER il y a près de 80 ans sont encore utilisées dans les articles sur le Martinet noir.

Introduction

Le point de départ de cette étude bibliographique est le visionnage d'une visioconférence sur le Martinet noir organisée pour la Journée mondiale des martinets du 7 juin 2021.

La vidéo, intitulée « **Zoom sur le Martinet noir** » a été mise en ligne le 6 juillet 2021 sur la chaîne Youtube « Paris nature », gérée par la Direction des Espaces Verts et de l'Environnement de la Ville de Paris.

La visioconférence est animée par Frédéric JARRY de la Maison Paris Nature. Les principales caractéristiques de la biologie du Martinet noir et les mesures à prendre pour favoriser les populations de cette espèce sont présentées par deux intervenants :

- Ghislaine FERRÈRE du collectif Bleu Martinet ;
- Philippe MAINTIGNEUX de la LPO.

À propos de la vitesse de vol, Philippe MAINTIGNEUX commente la diapositive ci-dessous.

« Une fois qu'il est en l'air, il a des capacités de vol étonnantes. Donc il a des vitesses de pointe supérieures à 200 km/h, des vitesses courantes qui sont comprises entre 40 et 100 km/h avec des vitesses de croisière qui peuvent atteindre 80 km/h. »

Quand j'ai vu cet écran, j'ai entrepris un travail de recherche bibliographique pour trouver d'où venaient ces données de vitesse que j'avais déjà lues dans des articles de vulgarisation, des livres et des sites internet.



© Paris nature

PARIS

Vitesse courante
40 - 100 km/h

Vitesse de pointe
Supérieure à 200 km/h

1. La mesure de la vitesse des vols à l'aide de chronomètres

Deux auteurs ont publié les résultats de leurs mesures de la vitesse des vols de martinets par chronométrage manuel. En prenant des repères visuels fixes, ils ont défini des trajets de longueurs connus sur lesquels ils ont chronométré les martinets en vol. Comme les sites d'observation étaient au-dessus d'une colonie, les oiseaux pratiquaient des vols variés : chasse aux insectes, poursuite, piqué...

1.1 (1947) Emil WEITNAUER

En 1947, Emil WEITNAUER publie un long article de ses observations sur la reproduction du Martinet noir dans sa colonie d'Oltingen (Suisse) : « Am Neste des Mauerseglers, *Apus apus* ». À la page 178 il aborde le problème de la vitesse et des performances de vol.

1.1.1 Matériel et méthodes

Emil WEITNAUER écrit :

« Au cours des innombrables observations de leurs activités aériennes, j'ai eu maintes fois l'occasion d'admirer leur agilité en vol. Il n'est donc pas étonnant que j'aie osé mesurer leur vitesse de vol.

Il y a deux trajets que mes martinets empruntent le plus souvent pendant leurs vols.

1. Par la façade de la maison voisine (qui est parallèle au bâtiment de l'école) jusqu'au bâtiment de l'école en passant par les sites de nidification.

2. Par-dessus les hauts pignons en escalier du presbytère (qui est à angle droit avec l'église), en passant par la tour.

J'ai mesuré ces distances, me suis installé

avec le chronomètre à 80 et 140 m d'eux et, lorsque les martinets volaient à basse altitude au-dessus de la crête ou du toit à pignon, j'ai mesuré leur vitesse. »

1.1.2 Résultats

Emil WEITNAUER écrit :

« S'ils naviguaient calmement sans battre des ailes, je mesurais 5 à 7 m/s (18 à 25 km/h).

Si les martinets parcourent les distances comme ils le font habituellement lorsqu'ils chassent des insectes au-dessus des champs, j'ai obtenu une vitesse moyenne de 17 m/s (environ 60 km par heure) avec 100 mesures. Mais s'ils se suivent de près, j'ai souvent mesuré 20 à 30 m/s (72 à 108 km/h) en 100 mesures. Cependant, sur de courtes distances de 20 à 50 m, ils ont également atteint 40 m/s (144 km/h) et 60 m/s (216 km/h) (max. environ 200 km par heure) dans leur vol en piqué.

Par beau temps, j'ai pu déterminer une durée de vol de 15 heures au moment du nourrissage des jeunes à l'aide de l'observation des oiseaux et des observations aux nids. À 17 m/s, cela donne une performance quotidienne de 918 km. Cf. A. Schifferli (1942) ». (**Tableau 1**)

1.1.3 Discussion

Emil WEITNAUER écrit :

« Je suis conscient que mes mesures avec des outils rudimentaires ne peuvent être exemptes d'erreurs. Mais j'ai eu une indication de leur vitesse de vol. – Espérons qu'un lecteur disposant de meilleurs moyens de mesure parviendra à obtenir des mesures exactes – Non seulement leur agilité, mais aussi leur vitesse de vol sont étonnantes ».

Dans le résumé de l'article page 182, il retient 2 vitesses principales.

« Les mesures de la vitesse de vol ont montré environ 60 kilomètres par heure pour la chasse aux insectes, et environ 200 kilomètres par heure pour le vol en piqué ».

Même si Emil WEITNAUER effectue 100 mesures il est conscient qu'elles sont critiquables.

La mesure la plus problématique est celle de la vitesse des vols en piqué pour au moins 2 raisons :

1. avec une trajectoire plus ou moins plongeante, il est bien difficile d'avoir des repères visuels pour évaluer la distance parcourue ;

2. plus le vol des oiseaux est rapide, plus le chronométrage manuel peut être source d'erreurs : un vol en plongée de 110 m à 200 km/h est parcouru en 2 s !

Les travaux ultérieurs sur les mesures des vitesses de vol du Martinet noir auront

deux différences majeures :

1. on tiendra toujours compte de la vitesse du vent au moment de la mesure afin de distinguer la vitesse de l'oiseau par rapport au sol de la vitesse de l'oiseau par rapport à l'air ;

2. les mesures seront faites principalement sur le vol à trajectoire horizontale, c'est-à-dire le vol auto-propulsé dont la vitesse par rapport à l'air reflète les capacités musculaires du martinet. Tandis que dans les vols en piqué, l'oiseau utilise en grande partie la force de gravité avec une conversion de l'énergie potentielle en travail aérodynamique.

Tableau 1.

Les vitesses des différents types de vol du Martinet noir, mesurées à l'aide d'un chronomètre d'après WEITNAUER (1947).

Vol plané	Vol horizontal de chasse	Vol horizontal de poursuite	Piqué, jeu
5 - 7 m/s (18 - 25,2 km/h)	Moyenne : 17 m/s (61,2 km/h)	20 - 30 m/s (72 - 108 km/h)	40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)



© Jean-François CORNUET

1.2 (1968) Hans OEHME

En 1968, Hans OEHME poursuit son travail sur l'aérodynamisme du vol des oiseaux en publiant un article sur le vol du Martinet noir : « Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*) ».

Pour ses calculs, il a besoin d'une vitesse moyenne du vol battu horizontal du Martinet noir.

1.2.1 Matériel et méthodes

Pour obtenir des trajectoires horizontales, il chronomètre des martinets qui volent sur 80 à 130 mètres dans les « couloirs » des rues d'une ville. Ses mesures portent sur 41 vols.

1.2.2 Résultats

OEHME présente les résultats de ses mesures sous la forme d'un tableau (**Tableau 2**).

1.2.3 Discussion

À la différence de WEITNAUER, OEHME pose le problème de la vitesse dans l'air qu'il résout simplement en faisant des mesures par vent nul. Il écrit :

« Vitesse dans l'air : Il est difficile de déterminer correctement la vitesse dans l'air, car ce n'est pas la « vitesse par rapport au sol » qui est nécessaire, mais la vitesse propre de l'oiseau par rapport à l'air. Les mesures ne peuvent donc être effectuées que dans des conditions d'immobilité du vent ».

Le tableau montre des vitesses comprises entre 11 m/s (39,6 km/h) et 28 m/s (100,8 km/h). Pour la suite de ses calculs, OEHME retient la vitesse de 16 m/s (57,6 km/h) trouvées dans 13 des 41 mesures.

Il considère que 16 m/s (57,6 km/h) est la « vitesse normale » par rapport à l'air du vol battu horizontal (vol autopropulsé) du Martinet noir. (**Tableau 3**).

OEHME ne précise pas les comportements des oiseaux volant dans les « couloirs » des rues : captures de proies, comportements sociaux (poursuites, « screaming parties » etc.).

OEHME ne cite pas l'article de WEITNAUER paru 21 ans plus tôt, il préfère faire ses propres mesures. On peut le comprendre quand on parcourt les travaux d'OEHME, autant ou plus (?) physicien que naturaliste. Par ailleurs, OEHME utilise des prises de vue de films au ralenti (80 im/s) des martinets en vol pour analyser par exemple les mouvements des ailes au cours du vol battu. Il peut donc associer ses mesures de vitesses aux images prises au ralenti sur les mêmes lieux et aux mêmes époques. Bien qu'OEHME et WEITNAUER utilisent la même méthodologie - chronométrage de martinets en vol sur une distance donnée -, il est difficile de comparer leurs résultats car leurs objectifs et méthodologies de recherche sont différents.

À propos des vols planés, Oehme écrit page 290 :

Tableau 2.

Les vitesses de vol du Martinet noir, mesurées à l'aide d'un chronomètre par OEHME (1968).

Vitesse (m/s)	11	14	15	16	17	18	19	21	22	25	26	28
Vitesse (km/h)	39,6	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4	75,6	79,2	90,0	93,6	100,8
Nombre de mesures (41)	1	2	7	13	6	1	2	2	1	4	1	1

Tableau 3.

Les vitesses des différents types de vol du Martinet noir, mesurées à l'aide d'un chronomètre d'après OEHME 1968.

Vol plané	Vol horizontal de chasse	Vol horizontal de poursuite	Piqué, jeu
8 - 14 m/s (28,8 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) vitesse moyenne : 16 m/s (57,6 km/h)		vitesse non mesurée

« Les vitesses pour le vol plané ont dû être déterminées sur des distances plus courtes (40-50 m) et sont donc plus incertaines. Elles étaient comprises entre 8 m/s et 14 m/s (28,8 et 50,4 km/h) ».

1.3 Des auteurs francophones qui valident la vitesse de 200 km/h, publiée par WEITNAUER en 1947

1.3.1 (1951 1973-1980) Paul GÉROUDET

Dans les éditions de 1951, 1973 et 1980 de son livre *Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris, Paul GÉROUDET écrit dans le chapitre consacré au Martinet noir :

« Les performances aériennes du Martinet noir jouissent d'une célébrité méritée, bien qu'on en ait parfois exagéré la vitesse ; WEITNAUER (1947) a chronométré 22 km à l'heure en planée tranquille, 60 en chasse au-dessus des prés, et 200 lors des poursuites vertigineuses, mais sur de courtes distances ».

En 1951 puis 1973 et 1980, GÉROUDET valide les mesures de vitesses publiées en 1947 par WEITNAUER, y compris la vitesse de 200 km/h.

1.3.2 (1994) Lionel FRÉDÉRIC

En 1994, dans sa monographie intitulée *Le Martinet noir*, Lionel FRÉDÉRIC écrit :

« Weitnauer (1947) a chronométré le Martinet noir à 20 km/heure en vol plané, 60 km/heure en vol de chasse et 200 km/heure en vol de poursuite.

Cette vitesse extrême n'est cependant atteinte que sur de courtes distances ».

Cet auteur, en reprenant presque littéralement la phrase écrite par GÉROUDET en 1951, valide les mesures de vitesses publiées en 1947 par WEITNAUER, y compris la vitesse de 200 km/h.

1.3.3 (1998) Paul GÉROUDET et Michel CUISIN

En 1998, dans la dernière édition des ouvrages de Paul GÉROUDET, mise à jour par Michel CUISIN, on peut lire :

« Bien qu'elles aient été parfois exagérées, les performances aériennes du Martinet noir dénotent une maîtrise de l'air remarquable pour un oiseau de cette taille. La vitesse maximale atteinte sur de courtes distances lors des poursuites effrénées n'excède pas 60 m/sec. (216 km/h), mais pendant la chasse aux insectes, les mesures de Weitnauer (1947) ont obtenu 11 à 28 m/sec. (40 à 100 km/h), et seulement 5 à 14 m/sec. (18 - 50,4 km/h) pendant les phases planées

La vitesse de 216 km/h des vols de poursuites publiées par WEITNAUER (1947) est reprise et à nouveau validée.

Les vitesses du vol de chasse (40 à 100 km/h) sont celles publiées par OEHME en 1968 et non par WEITNAUER en 1947.

Pour le vol plané, c'est une synthèse entre les données de WEITNAUER (minimum : 18 km/h) et d'OEHME (maximum : 50,4 km/h).

Ces différentes données sont en fait celles publiées en 1980 dans le volume 9 de Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980).

1.3.4 (2000-2001) Pierre DÉOM

Dans son dossier très bien documenté sur le Martinet noir, Pierre DÉOM écrit à propos de la vitesse des vol en piqué, page 12 :

« Et si je te révèle que des Martinets en piqué ont été chronométrés à des vitesses de 160 km/h, me croiras-tu ?... Pendant quelques secondes, certains peuvent même pousser des pointes à 200 km/h ! »

DÉOM reprend et valide les vitesses publiées par WEITNAUER (1947) en précisant que les pointes de vitesse à 200 km/h sont atteintes lors de vols en piqué.

1.3.5 (2019) Gérard GORY

Dans l'OISEAU MAG, revue nature de la LPO du printemps 2019, n°134 page 47, Gérard GORY écrit :

« La morphologie particulière de cet oiseau lui confère une grande habilité et une rapidité en vol. Sa bonne acuité visuelle, des ailes effilées qui le propulsent à des vitesses dépassant largement les 100 km/h, la possibilité de virer dans un faible rayon font de lui un redoutable chasseur.

Le Martinet noir contourne les obstacles en

les frôlant et atteint des vitesses égales à 200 kilomètres par heure. Il est probablement l'un des oiseaux les plus rapides ».

Pour les 200 km/h, l'auteur reprend et valide les données chronométrées de WEITNAUER (1947), mais sans préciser que cette vitesse correspondait à des vols en piqué.

1.3.6(2021)PhilippeMAINTIGNEUX

Comme indiqué dans l'introduction, lors de la visioconférence sur le Martinet noir du 7 juin 2021 et repris dans la vidéo mise en ligne sur Youtube le 6 juillet suivant, « Zoom sur le Martinet noir », Philippe MAINTIGNEUX dit en commentant une diapositive :

« Une fois qu'il est en l'air, il a des capacités de vol étonnantes. Donc il a des vitesses de pointe supérieures à 200 km/h, des vitesses courantes qui sont comprises entre 40 et 100 km/h avec des vitesses de croisière qui peuvent atteindre 80 km/h. Ce qui fait que pour les oiseaux qui habitent Paris on pense qu'il y en a certains qui vont se nourrir jusqu'à la forêt de Fontainebleau. À raison de 80 km/h, c'est vite atteint, on ne va pas dire que c'est une promenade, mais presque ».

L'auteur cite des vitesses sans préciser les types de vols concernés.

Pour les 200 km/h, l'auteur reprend et valide les données chronométrées de WEITNAUER (1947), mais sans préciser que cette vitesse correspondait à des vols en piqué.



1.4 Des auteurs qui écartent la vitesse de 200 km/h, mais valident certaines des données chronométrées

1.4.1 (1972) Bruno BRUDERER et Emil WEITNAUER

En 1972, dans un article intitulé « Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (*Apus apus*) » les 2 auteurs utilisent un radar de poursuite (voir la Partie 2.1). Quand ils abordent la vitesse de vol ils présentent sous la forme d'un graphique les données de WEITNAUER (1947) et d'OEHME (1968).

« Les mesures des temps de vol entre deux pignons de maison (cf. WEITNAUER, 1947) montrent que le profil de vol du martinet en vol descendant rapide permet certainement des vitesses aussi élevées, mais montrent d'autre part que la vitesse du vol horizontal normal est généralement inférieure à 50 km/h. Les mesures optiques d'OEHME (1968), également présentées sur la **Figure 1** (en rouge), confirment ces résultats ».

Deux remarques importantes sur ce graphique dont WEITNAUER en est le co-auteur en 1972 :

1. Tous les vols d'une vitesse supérieure à 100 km/h mesurée par WEITNAUER en 1947 sont des vols plongeants.
2. Ces vols plongeant ne dépassent pas les 165 km/h sur l'histogramme. Il n'est plus question de 200 km/h.

1.4.2 (1980) Emil WEITNAUER

En 1980, dans sa monographie sur le Martinet noir *Mein Vögel*, Emil WEITNAUER, dans un court chapitre sur les vitesses de vol (page 84) reprend quasi littéralement les phrases écrites avec Bruno BRUDERER en 1972, y compris les illustrations graphiques (**Figure 1**).

En 1980, est également publié le Vol. 9 de Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980).

Emil WEITNAUER et Erwin SCHERNER sont les rédacteurs du chapitre sur le Martinet noir. Leur monographie est supervisée par les co-auteurs/correcteurs GLUTZ VON BLOTZHEIM et BAUER.

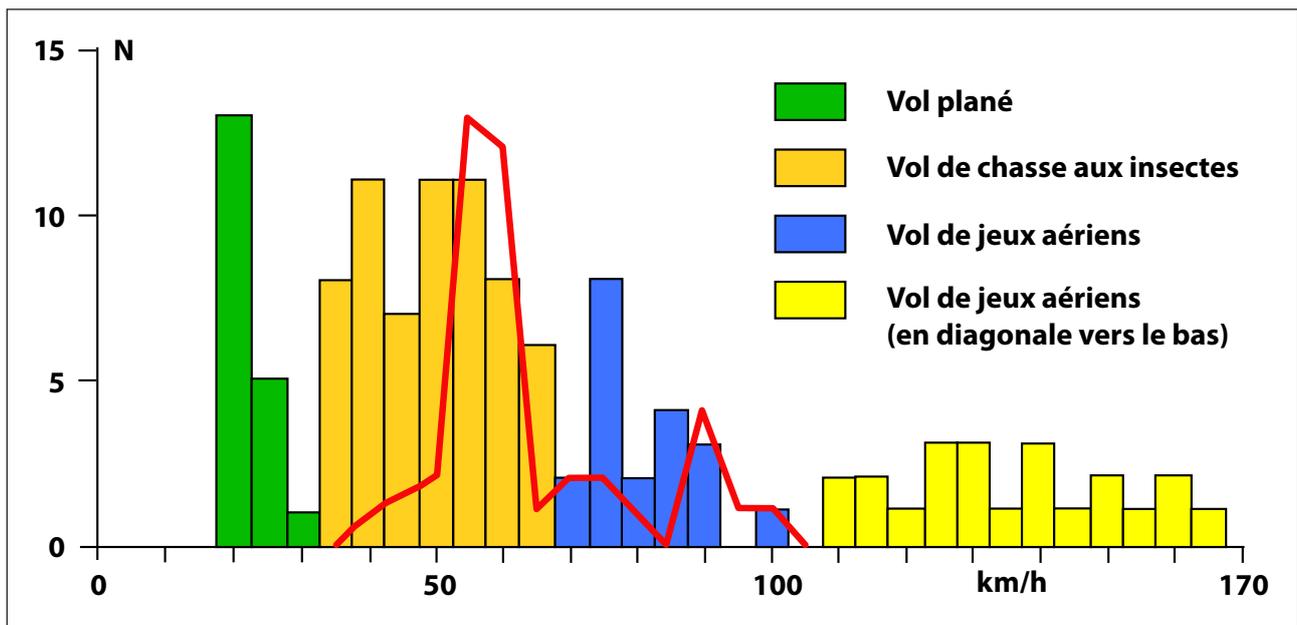


Figure 1. (d'après BRUDERER & WEITNAUER 1972)

Vitesses de vol des martinets mesurées optiquement en vol de jour, selon les mesures de WEITNAUER en 1947 (histogramme) et OEHME en 1968 (courbe en rouge).

Page 697, on trouve la phrase :

En vol plané, on atteint généralement 5-14 m/s, en vol propulsé 11-28 m/sec, en jeux de vol jusqu'à 40-60 m/sec (WEITNAUER, 1947, OEHME, 1968 b).

Ces données numériques correspondent à une « synthèse » entre les données de WEITNAUER (1947) et celles d'OEHME (1968).

Pour le vol plané : 5 m/s (18 km/h) est le minimum de WEITNAUER (1947); 14 m/s (50,4 km/h) est le maximum d'OEHME (1968).

Pour les vols de chasse-poursuites : 11 - 28 m/s (39,6 -100,8 km/h) sont les données d'OEHME (1968).

Pour les jeux en vol : 40 - 60 m/s (144 - 216 km/h) sont les données de WEITNAUER (1947).

1.4.3 (2001) Bruno BRUDERER et Andreas BOLDT

En 2001, dans l'article intitulé « Flight characteristics of birds: I. radar measurements of speeds » la première partie présente une liste annotée des vitesses de vol de 139 espèces du Paléarctique occidental principalement en vol migratoire. Toutes les mesures ont été prises avec le même radar de poursuite et corrigées pour l'influence du vent avec les ballons de mesure du vent suivis par le radar (voir Partie 2.3).

À la page 192, les auteurs écrivent à propos du Martinet noir :

« Oehme (1968) a noté que la plupart des vitesses des vols diurnes étaient comprises entre 15 et 17 m/s (54 et 61,2 km/h), des valeurs qui se situent dans la même fourchette que celles rapportées par Bruderer et Weitnauer (1972) pour les vols de chasse et de démonstration, mais pas pour les vols migratoires ».

Ces 2 auteurs reprennent les données chronométrées avec les mêmes valeurs qu'en 1972.

1.4.4 (2009) -Per HENNINGSSON

et al.

En 2009, dans un article intitulé « Flight speeds of swifts (*Apus apus*) : seasonal differences smaller than expected » les auteurs comparent les comportements de vol nocturne du Martinet noir entre les saisons.

Les oiseaux ont été suivis avec un radar de poursuite depuis l'Université de Lund, dans le sud de la Suède, pendant la migration nocturne de printemps, les vols d'été de repos nocturne et la migration nocturne d'automne (voir Partie 2.5).

Les auteurs écrivent à propos des hautes vitesses publiées :

« Les martinets sont connus pour être capables de voler à des vitesses élevées ; des records allant jusqu'à 28 m s⁻¹ (100,8 km/h) existent (OEHME 1968 ; BRUDERER & WEITNAUER 1972). »

Il est intéressant de noter que la valeur maximum retenue dans les données antérieures chronométrées est celle d'OEHME (100,8 km/h en 1968) et pas les valeurs plus élevées de WEITNAUER (jusqu'à 200 km/h en 1947).

1.4.5 (2014) Bernard GENTON et Marcel JACQUAT

En 2014, dans le livre *Martinet noir : entre ciel et pierre*, les 2 auteurs donnent à plusieurs reprises des informations sur les vitesses de vol.

Ainsi pages 27, 28 et 29 à propos des types de vol ils écrivent :

« **Vol de chasse** : nombreux virages serrés, latéralement et altitudinalement entre 40 et 60 km/h

Vol de boisson : glissé à la surface d'un plan d'eau assez calme, environ 35 km/h

Vol de déplacement et de migration : relativement rectiligne, environ 90 km/h

Vol de repos nocturne : alternance de glissés et de planés, entre 20 et 30 km/h (WEITNAUER, 1980) ».

Ces données de vitesse sont basées

à la fois sur celles de la littérature (principalement (WEITNAUER, 1947; 1980) et sur les observations faites par les auteurs dans la nature.

À propos du vol d'accès au nid, les auteurs citent la donnée de Van ARKEL (1997) :

Page 29 :

« **Piqué d'engouffrement dans la cavité**, parfois d'une altitude vertigineuse, puis ressource pour freinage et entrée à environ 70 km/h au nid, pratiqué par les reproducteurs (vitesse mesurée par van ARKEL en 1997) ».

Page 93, Bernard GENTON ajoute :

« Au fil du temps, la trajectoire d'engouffrement se fait plus précise et plus fluide ; finalement la pénétration dans le nid se déroule avec aisance ; chez certains individus elle se réalise à grande vitesse et semble être partie constitutive du vol. Van ARKEL (1997) indique que lorsque l'accès aux cavités est dégagé : "...le Martinet noir arrive devant l'ouverture de son nid à la vitesse de 70 km/h... "»

Cette donnée de van ARKEL est problématique car le matériel et la méthode de mesure n'ont jamais été publiés. Il est fort possible que dans le vol plongeant vers la cavité de nidification le martinet vole à 70 km/h car en 2015, de MARGERIE et al. (voir la partie 5.) ont mesuré une vitesse de 22,9 m/s (82,44 km/h) dans un tel vol plongeant. Par contre il semble peu probable qu'à l'entrée même du nid, l'oiseau soit encore à cette vitesse élevée. Il faudrait pouvoir faire des mesures précises de la vitesse sur les deux derniers mètres avant l'entrée du nid. Le Martinet noir apparaît capable d'accélérer et de freiner brutalement sur de courtes distances.

Page 94, à propos des vols en duo des jeunes couples, Bernard GENTON précise :

« Si ces vols vibrés en duo sont donc appelés à réapparaître sporadiquement par la suite, ils se transforment maintenant en de long circuits

aériens ludique à grande vitesse, pendant lesquels la paire se suit à courte distance (à peine à 40 cm l'un de l'autre et probablement à beaucoup plus de 100 km/h) au-dessus du quartier de la colonie ».

Si Bernard GENTON envisage la probabilité de vitesses de vols nettement supérieures à 100 km/h, il ne cite et ne valide à aucun moment les « 200 km/h » de WEITNAUER (1947).

1.4.6 (1956-2018) Deux auteurs

« prudents », David LACK et son fils Andrew LACK

En 1956, David LACK publie sa célèbre monographie sur le Martinet noir, intitulée *Swifts in a tower*.

Dans le chapitre 10, il consacre une quinzaine de page au vol du Martinet noir. Il précise au début du chapitre :

« L'analyse de son vol est un sujet technique que je n'ai pas étudié de près et ce qui suit est un résumé du travail d'autres personnes dans la mesure où je le comprends ».

À propos de la vitesse du vol du martinet, il écrit :

« On prétend généralement que les martinets sont les plus rapides de tous les oiseaux en vol horizontal, mais il est difficile d'en être sûr, car ils volent rarement aussi vite qu'ils le peuvent et ne donnent presque jamais l'occasion d'effectuer une mesure précise sur un parcours rectiligne. Un chercheur néerlandais a estimé que, lorsqu'ils se nourrissent, les martinets ne volent souvent qu'à 40 km/h, étant dépassés par l'étourneau ou le pigeon, mais qu'ils se déplacent parfois à 64 km/h et peuvent augmenter jusqu'à 96 km/h en vol prolongé. Un pilote de la première guerre mondiale pensait, d'après son indicateur de vitesse, que les martinets en vol calme près de lui se déplaçaient à 109 km/h. La vitesse maximale du martinet lors d'un vol court n'a jamais été mesurée. Un martinet prélevé sur le clocher d'une église à Tournai, en Belgique, et

transporté par avion est revenu de l'aéroport de Londres en quatre heures, à une vitesse moyenne de 60 km/h, ce qui constitue un exploit remarquable, même s'il est revenu directement sur ses pas, et montre également que l'oiseau peut s'orienter avec précision ».

Il est surprenant que David LACK ne parle pas des mesures et résultats publiés par Emil WEITNAUER d'autant plus qu'il référence bien l'article de 1947 suivi de la mention (flight-speed).

Je pense que David LACK ne valide pas la méthodologie d'Emil WEITNAUER quand il écrit :

« La vitesse maximale du martinet lors d'un vol court n'a jamais été mesurée ».

Il préfère donner pour le vol de chasse un exemple de vitesse (40 km/h) qui lui semble plus réaliste, provenant d'un autre chercheur néerlandais.(H. J. SLIJPER, 1948).

En 2018, Andrew LACK, fils de David, a supervisée la réédition de l'ouvrage de son père (1956). Il y a ajouté un chapitre 19 intitulé « Swift in a Tower – Sixty-Two Years On » (« Des martinets dans une Tour – Soixante-deux ans plus tard ») dans lequel il fait un résumé des principales découvertes sur les martinets depuis 1956. À propos des vitesses de vol, il écrit :

« Dans un registre plus prosaïque, le professeur Anders Hedenstrom et ses collègues de l'université de Lund, en Suède, nous ont fourni des mesures précises de cette vitesse. Lors des migrations ou des vols d'alimentation, les martinets volent normalement à une vitesse d'environ 10 m/s (36 km/h), mais lors des «rondes sonores» en particulier, ils peuvent voler beaucoup plus vite que cela. À l'aide de deux caméras à haute vitesse, placées à 1,40 m l'une de l'autre sur une poutre, ils ont enregistré des martinets volant à des vitesses de 11,9 à 31,1 m/s (42,8 à 112 km/h), avec une moyenne de 20,9 m/s (75,2 km/h) lors de rondes sonores par une journée calme et claire dans une colonie locale.

Il ne s'agit que de brefs instants, mais des vols propulsés à ces vitesses étonnantes n'ont jamais été enregistrés avec précision chez aucun autre oiseau. Il est certainement possible que d'autres martinets soient capables de voler plus vite que notre martinet, mais cela doit être confirmé par des méthodes de mesure précises ; des vitesses telles que les 47 m/s (169,2 km/h) mentionnées pour les Martinets épineux (*Hirundapus caudacutus*) sont presque certainement exagérées ».

Comme son père, Andrew LACK ne mentionne pas les mesures de vitesse chronométrées de WEITNAUER (1947) et OEHME (1968).

BILAN

Le **Tableau 4** montre que tous les auteurs francophones (GÉROUDET, CUISIN, FRÉDÉRIC, DÉOM, GORY, MAINTIGNEUX) citent les données de vitesses élevées (200 km) publiées par WEITNAUER (1947). Le fait que dès 1951, GÉROUDET valide les données de WEITNAUER (1947) peut expliquer aussi ce choix.

WEITNAUER avec BRUDERER en 1972, puis seul dans sa monographie *Mein Vögel* de 1980 abaisse la vitesse maximale de 216 km/h à 165 km/h ; mais elle reste à 216 km/h dans le «Glutz» de 1980.

D'autres auteurs (BRUDERER, BOLD, HENNINGSSON) préfèrent citer les données d'OEHME de 1968, plutôt que celles de WEITNAUER de 1947.

Dès 1956, WEITNAUER va utiliser des radars pour suivre les martinets en altitude. Il sera amené également à mesurer des vitesses de vol.

Tableau 4.

Les mesures de vitesses chronométrées faites pas **WEITNAUER** en **ROUGE** et **OEHME** en **VERT** et leur utilisation dans les publication ultérieures par différents auteurs.

	Vol plané	Vol horizontal de chasse	Vol horizontal de poursuite	Piqué, jeu
1947 WEITNAUER	5 - 7 m/s (18 - 25,2 km/h)	vitesse moyenne : 17 m/s (61,2 km/h)	20 - 30 m/s (72 - 108 km/h)	40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)
1951 GÉROUDET citant WEITNAUER (1947)	6,1 m/s (22 km/h)	16,6 m/s (60 km/h)	55,5 m/s (200 km/h)	
1968 OEHME	8 - 14 m/s (28,8 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) vitesse moyenne : 16 m/s (57,6 km/h)		
1972 WEITNAUER & BRUDERER dans un graphique représentant les données de WEITNAUER (1947)	5,5 - 8,3 m/s (20 - 30 km/h)	9,7 - 18,0 m/s (35 - 65 km/h)	16,6 - 27,7 m/s (60 - 100 km/h)	30,5 - 45,8 m/s (110 - 165 km/h)
1972 WEITNAUER & BRUDERER dans un graphique représentant les données d' OEHME (1968)		11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) vitesse moyenne : 16 m/s (57,6 km/h)		
1980 WEITNAUER dans « Mein Vögel » citant WEITNAUER & BRUDERER 1972	5,5 - 8,3 m/s (20 - 30 km/h)	9,7 - 18,0 m/s (35 - 65 km/h)	16,6 - 27,7 m/s (60 - 100 km/h)	30,5 - 45,8 m/s (110 - 165 km/h)
1980 WEITNAUER & SCHERNER dans GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER citant WEITNAUER (1947) et OEHME (1968)	5 - 14 m/s (18 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h)		40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)
1994 FRÉDÉRIC citant WEITNAUER (1947)	5,5 m/s (20 km/h)	16,6 m/s (60 km/h)	55,5 m/s (200 km/h)	
1998 GÉROUDET & CUISIN citant WEITNAUER (1947) et OEHME (1968)	5 - 14 m/s (18 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h)		60 m/s (216 km/h)
2000 DÉOM				44,4 - 55,5 m/s (160 - 200 km/h)
2001 BRUDERER & BOLD citant OEHME (1968)		vitesse moyenne : 16 m/s (57,6 km/h)		
2009 HENNINGS-SON citant OEHME (1968)			maximum 28 m/s (100,8 km/h)	
2019 GORY			55,5 m/s (200 km/h)	
2021 MAINTIGNEUX		11,1 - 27,7 m/s ; (40 - 100 km/h) vitesse de pointe > 55,5 m/s (200 km/h)		

2. La mesure de la vitesse des vols à l'aide de radars

Avec l'utilisation des radars, la mesure de la vitesse des vols change d'échelle. Le chronométrage au sol se fait optiquement au-dessus de colonies avec la variété des vols sociaux associés à la reproduction.

Quant aux écrans des radars, ils fournissent principalement des observations indirectes des oiseaux volant en altitude de jour comme de nuit pour le repos nocturne ou la migration. Au fur et à mesure des progrès techniques (radar de surveillance puis radar de poursuite), l'identification des oiseaux et les mesures des paramètres des vols (altitude, vitesse...) ont été de plus en plus précises.

2.1 (1955-1960) Emil WEITNAUER utilise un radar de surveillance

Depuis son article de 1947 sur la reproduction du Martinet noir, WEITNAUER s'intéresse plus particulièrement à l'activité aérienne nocturnes des martinets.

2.1.1 (1956) - Les premières données de WEITNAUER avec un radar

Dans un article de 1956 intitulé « Zur Frage des Nächtigens beim Mauersegler, 5. Beitrag. », WEITNAUER expose ses premiers résultats obtenus à l'aide de radars et d'avions de l'aéroport Kloten de Zurich pendant 4 nuits de l'été 1955 (28 juin, 8, 11, 18 juillet).

WEITNAUER précise :

- « 1. Le radar utilisé est un radar de surveillance.
2. Les différents échos apparaissant sous forme de points lumineux sur l'écran.
3. Cependant, nous ne savons pas encore quelle doit être la taille et la densité d'un

groupe pour produire un écho, et le radar ne donne aucune indication sur le nombre et le type d'oiseaux, et on ne peut que conclure, d'après la façon dont le point se déplace, qu'il s'agit bien d'un oiseau.

4. Malheureusement l'altitude ne peut pas être lue sur le radar de surveillance que nous utilisons ».

À propos de la vitesse, il écrit :

« Calculer la vitesse des nuées volantes en fonction des données temporelles des illustrations ne donnerait pas un résultat clair, car nous ne savons pas si les martinets montent ou descendent pendant leur vol. De plus, nous ne connaissons pas leur altitude de vol, c'est pourquoi le vent ne peut être pris en compte. Néanmoins, les illustrations montrent que de nombreux vols se déplacent probablement assez tranquillement (en tournant en rond ?) pendant la nuit et restent parfois stationnaires. Les vitesses lisibles sur l'"écran" se situaient généralement entre 15 et 40 kilomètres par heure, mais de temps en temps, un point passait à 60-100 ou même 160 km/h. »

Les données de vitesse ci-dessus seront en partie corrigées dans une publication ultérieure (BRUDERER & WEITNAUER, 1972).

2.1.2 (1960) Un premier bilan de WEITNAUER

En 1960, dans un nouvel article intitulé « Über die Nachtflüge des Mauerseglers, *Apus apus* », WEITNAUER fait un historique de ses travaux de recherche sur les activités aériennes nocturnes du Martinet noir. Il en profite pour dresser un bilan des connaissances sur le sujet.

Aux observations dans et au-dessus de la colonie s'ajoutent depuis 1950 (WEITNAUER, 1952), des vols à bord d'un petit avion qui confirment que les martinets passent la nuit à voler en altitude.

À partir de 1955, un radar de surveillance de l'aéroport de Zurich est utilisé pour suivre les vols nocturnes en altitude (WEITNAUER, 1956).

À l'observation en direct à l'aide du radar s'ajoute à partir de 1959 la prise de vue sur film de l'écran du radar pour pouvoir suivre et analyser plus finement les mouvements nocturnes des martinets.

Certaines améliorations techniques des radars permettent à WEITNAUER d'écrire :

« Un dispositif radar spécial nous a également permis de prendre des mesures d'altitude. Par beau temps, avec des couches d'air chaud jusqu'à de hautes altitudes, les martinets ont grimpé jusqu'à 3000 m au-dessus du sol. Je peux donner les informations suivantes sur la vitesse des martinets lors de leurs vols de nuit, qui remontent toutefois à la période de migration : Dans la nuit du 6 au 7 août 1959, j'ai suivi dix points d'écho sur une distance de 5 miles nautiques (9,25 km). Les vitesses variaient de 71,120 à 87,120 kilomètres par heure, avec une moyenne de 80 kilomètres par heure ».

Les données de vitesse ci-dessus ne seront pas attribuées à des martinets noirs dans une publication ultérieure (BRUDERER & WEITNAUER, 1972).

2.2 (1972) Bruno BRUDERER et Emil WEITNAUER utilise un radar de poursuite

2.2.1 Matériel et méthodes

En 1972, dans un article intitulé « Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (*Apus apus*) », les 2 auteurs utilisent un radar de poursuite qui présente de nombreux avantages par rapport au radar de surveillance utilisé par WEITNAUER à partir de 1955 :

1. les cibles individuelles (oiseaux) peuvent être recherchées, sélectionnées et ensuite suivies automatiquement ;
2. les espèces d'oiseaux sont identifiées avec certitudes ;
3. les paramètres du vol (trajectoire, vitesse de

l'oiseau, vitesse du vent...) le type de vol (battu ou plané) et la fréquence des battements sont enregistrés.

4. la vitesse du vent est mesurée à l'aide de ballons sondes suivis par radar pour calculer la vitesse réelle dans l'air des oiseaux ».

Le matériel traité provient principalement de la période de migration du printemps 1971 (28 avril-20 mai : 160 individus) et de 2 nuits au début de la période de migration postnuptiale 1970 (28-30 juillet : 39 individus). Les observations ont été complétées par le suivi radar des martinets en vol de jour ».

2.2.2 Résultats et discussion

Dans l'analyse de leurs résultats, BRUDERER et WEITNAUER écrivent :

WEITNAUER (1956) a montré, sur la base d'observations effectuées au radar de surveillance de Kloten, que les martinets ne volent qu'à une vitesse de 15-40 km/h en vol de nuit. Les nouvelles mesures effectuées à l'aide du radar de suivi de cible confirment ces résultats, puisque 88 oiseaux non migrateurs présentent une vitesse moyenne de 23,5 km/h et des valeurs extrêmes de 10 et 42 km/h respectivement (**Figure 2**).

La détermination de la vitesse des martinets migrateurs est difficilement réalisable sur un radar de surveillance, car le radar ne permet pas la reconnaissance des cibles. Aujourd'hui, nous supposons que les vitesses élevées de certaines taches lumineuses se déplaçant en ligne droite, que WEITNAUER (1956 et 1960) a interprétées comme pouvant être des martinets en migration, sont plutôt dues à des limicoles en migration ou à d'autres espèces d'oiseaux migrant plus tôt dans l'année. Dans notre matériel, nous n'avons pas pu trouver d'oiseau avec un modèle de vol de martinet qui avait une vitesse supérieure à 60 km/h. La vitesse moyenne de 29 martinets considérés comme migrateurs était de 40 km/h (11,11 m/s) (**Figure 2**) ».

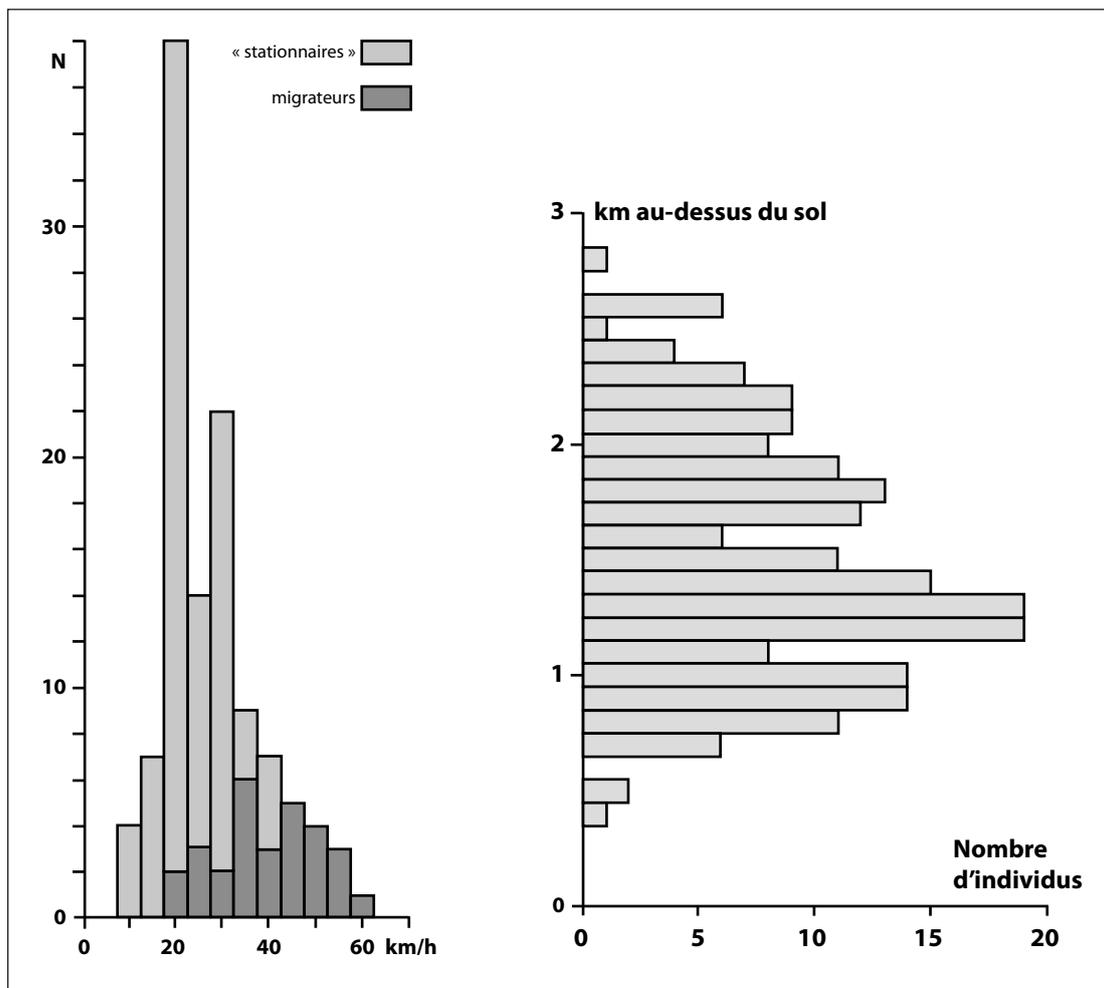


Figure 2. (d'après BRUDERER & WEITNAUER, 1972)
 À gauche : vitesses de vol des martinets en vol de nuit mesurées avec un radar de poursuite
 À droite : répartition en altitude des martinets au printemps 1971 et lors de deux nuits à la fin de l'été 1970.



2.3 (2001) Bruno BRUDERER et Andreas BOLDT utilisent un radar de poursuite

En 2001, dans un article intitulé « Flight characteristics of birds: I. radar measurements of speeds » les deux auteurs présentent une liste commentée des vitesses de vol de 139 espèces du Paléarctique occidental principalement en vol migratoire.

2.3.1 Matériel et méthodes

Toutes les mesures ont été prises avec le même radar de poursuite et corrigées pour l'influence du vent avec les ballons de mesure du vent suivis par le radar.

2.3.2 Résultats et discussion

Les deux auteurs écrivent à propos du Martinet noir :

« La vitesse de vol est très variable, en fonction du comportement réel. Bruderer et Weitnauer (1972) ont montré que les vitesses mesurées lors des vols de repos nocturne (correspondant probablement à de faibles valeurs de *V_{mp}) varient autour de 6,4 m/s, alors que les vitesses migratoires (probablement **V_{mr}) varient autour de 11 m/s. La valeur moyenne des données actuelles (11,1/10,6 m/s) comprend environ cinq fois plus d'individus (principalement en migration) que la série de données de 1972. Deux oiseaux relâchés ne montrent qu'une vitesse légèrement réduite (10,3/9,2 m/s) » .

*V_{mp} : vitesse caractéristique associée à une puissance minimale (vol battu). V_{mp} est indépendante du vent

**V_{mr} : vitesse associée à une énergie minimale par unité de distance. V_{mr} est fonction de la direction et de la vitesse du vent.

Les 2 auteurs confirment les résultats antérieurs (BRUDERER & WEITNAUER, 1972)

sur la vitesse du vol de repos nocturne (6,4 m/s = 23 km/h) et sur la vitesse du vol en migration (11 m/s = 40 km/h).

2.4 (2001) Johan BÄCKMAN et Thomas ALERSTAM utilisent un radar de poursuite

En 2001, dans un article intitulé « Confronting the winds: Orientation and flight behaviour of roosting swifts, *Apus apus* », les 2 auteurs testent l'hypothèse selon laquelle les martinets sont adaptés pour minimiser la dépense d'énergie pendant le vol de repos nocturne et pendant un vol de retour compensatoire s'ils sont déplacés par le vent.

2.4.1 Matériel et méthodes

Les mesures sont faites de nuit avec un radar de poursuite à Lund (Suède) entre le 4 juillet et le 5 août 1999.

2.4.2 Résultats et discussion

Les deux auteurs écrivent :

« La vitesse réelle était, en moyenne, de 9,3 m/s (tableau 1), ce qui est plus rapide que la valeur de 6,5 m/s rapportée par Bruderer & Weitnauer (1972). La raison de cette divergence n'est pas entièrement claire, mais pourrait, au moins en partie, être due à des différences dans les méthodes utilisées pour calculer la trajectoire de vol. Dans notre étude, nous avons utilisé des intervalles de 10 secondes pour calculer la vitesse (sur la base de cinq lectures de 2 secondes), tandis que Bruderer & Weitnauer (1972) ont mesuré les distances de vol à partir d'une impression papier ».

Les 2 auteurs attribuent en partie la divergence de leurs résultats avec ceux de BRUDERER et WEITNAUER, (1972) à une possible différence méthodologique dans le calcul des trajectoires de vol.

2.5 (2009) Per HENNINGSSON et al. utilisent un radar de poursuite

En 2009, dans un article intitulé « Flight speeds of swifts (*Apus apus*): seasonal differences smaller than expected » les auteurs comparent les comportements de vol nocturne du Martinet noir selon la période et l'activité.

2.5.1 Matériel et méthodes

Les oiseaux ont été suivis depuis l'Université de Lund, dans le sud de la Suède, pendant la migration prénuptiale nocturne de printemps, les vols d'été de repos nocturne et la migration nocturne postnuptiale. Les vitesses de vol ont été comparées aux prédictions des théories de la mécanique du vol et de la migration optimale.

2.5.2 Résultats et discussion

Les résultats sont présentés dans le **Tableau 5**.

Les deux auteurs écrivent :

« Bruderer & Weitnauer (1972) ont étudié les vols de migration de printemps et de repos d'été des martinets. Dans cette étude, la vitesse moyenne dans l'air était de 11,1 m s⁻¹ pendant la migration et de 6,4 m s⁻¹ pendant les vols de repos d'été, un résultat qui a été

généralement cité en faveur d'un ajustement adaptatif de la vitesse selon la théorie de la mécanique du vol. Dans cette étude, nous trouvons une différence moins prononcée dans la vitesse de vol entre le printemps et l'été. La différence de résultats entre les deux études peut, au moins en partie, être attribuée à une différence de méthodologie ; (i) la migration printanière a été étudiée de nuit dans cette étude et de jour par Bruderer et Weitnauer, (ii) les positions ont été enregistrées toutes les secondes dans cette étude contre toutes les 20 secondes dans l'étude de Bruderer et Weitnauer. Les vitesses de vol moyennes au printemps dans les deux études sont similaires (10,6 contre 11,1), ce qui suggère que les vitesses de vol sont similaires entre la nuit et le jour. Pendant le vol de repos, les oiseaux volent typiquement le long d'une trajectoire très irrégulière à une vitesse au sol très basse, s'orientant constamment vers le vent (BÄCKMAN & ALERSTAM 2001). Cette trajectoire détournée, combinée à un taux d'enregistrement des positions plus faible, peut avoir entraîné une sous-estimation de la longueur de la véritable trajectoire de vol et donc aussi de la vitesse de vol réelle (BRUDERER & WEITNAUER 1972). Lors de la migration, la trajectoire de vol est rectiligne et l'estimation de la vitesse est donc également précise en enregistrant une position toutes les 20 secondes ».

Tableau 5.

Vitesses par rapport au sol et à l'air des Martinets noirs en vols de migration nocturne prénuptiale et postnuptiale ainsi qu'en vol de repos nocturne estival, selon HENNINGSSON et al., 2009.

	Migration nocturne prénuptiale (mai)	Repos nocturne estival (juillet)	Migration nocturne postnuptiale (août)
Échantillon	n = 176	n = 311	n = 150
Vitesse moyenne par rapport au sol	11,5 m/s (41,4 km/h)	6,4 m/s (23,0 km/h)	8,8 m/s (31,7 km/h)
Vitesse moyenne par rapport à l'air	10,6 m/s (38,2 km/h)	9,0 m/s (32,4 km/h)	9,2 m/s (33,1 km/h)
Altitude moyenne en mètre	980 m	1335 m	1374 m

3. La mesure de la vitesse des vols à l'aide d'un ornithodolite

Dès les années 1970, des chercheurs ont cherché à mettre au point des dispositifs optiques (théodolites doubles) inspirés des appareils des arpenteurs pour reconstituer la position de l'oiseau dans l'espace à chaque instant à partir du sol afin d'établir les trajectoires des oiseaux et calculer les paramètres de leur vol (altitude, vitesse...). En 1982 puis 2013, PENNYCUICK améliore la méthode à laquelle il donne le nom d'« ornithodolite ».

Mais il semble qu'il faille attendre 2016 pour voir cette technique utilisée pour mesurer les vitesses de martinets noirs en vol.

En 2017, Susanne ÅKESSON et Anders HEDENSTRÖM publient un article intitulé « Adaptive airspeed adjustment and compensation for wind drift in the Common swift: differences between day and night. ».

3.1 Matériel, méthodes et résultats

« L'Ornithodolite se compose de jumelles Vectronix Vector 21 Aero (grossissement 7 x 42)

avec trois capteurs intégrés (un télémètre laser, un compas magnétique et un capteur d'angle d'élévation). Lors de la trajectoire d'un oiseau, les boutons des jumelles Vector sont pressés pour enregistrer les lectures de distance, d'azimut et d'angle d'élévation horodatées directement dans un fichier informatique.

La mesure du vent est nécessaire pour calculer la vitesse dans l'air et la direction du cap. Nous avons utilisé un anémomètre Gill Windsonic monté sur un mât de 5 m dans un endroit dégagé près de l'Ornithodolite, qui transmettait la lecture à l'ordinateur à intervalles de 1 s via une paire de modems sans fil (Hacom UM-96). Les vitesses du vent au-dessus de 15 m de la surface du sol ont été mesurées en suivant, avec le Vector, la trajectoire des ballons gonflés à l'hélium lâchés ».

Sur le lieu, périodes et martinets observés, les auteurs précisent :

« Des observations de martinets noirs en migration ont été effectuées à Ottenby sur l'île de Öland dans la mer Baltique, au large de la côte est du sud de la Suède.

Les données ont été subdivisées en migration printanière (15-30 mai), mouvement météorologique estival (8 juillet 2015) et migration postnuptiale (26 juillet-12 août) ».

(Tableau 6)

Tableau 6.

Vitesses par rapport au sol et à l'air des Martinets noirs en vols de migration diurne pré-nuptiale et post-nuptiale ainsi qu'en vol diurne météorologique estival, selon ÅKESSON et HEDENSTRÖM, 2017.

	Migration diurne pré-nuptiale (mai)	Mouvement diurne météorologique estival	Migration diurne post-nuptiale
Échantillon	n = 56	n = 29	n = 47
Vitesse moyenne par rapport au sol	10,96 m/s (39,45 km/h)	5,62 m/s (20,23 km/h)	5,92 m/s (21,31 km/h)
Vitesse moyenne par rapport à l'air	13,87 m/s (49,93 km/h)	11,22 m/s (40,39 km/h)	11,70 m/s (42,12 km/h)
Altitude moyenne	35,5 m	31,6 m	52,4 m
Altitude maximale	81 m	100 m	310 m

3.2 Discussion

Les auteurs écrivent :

« Les vitesses de vol de la migration printanière étaient plus élevées que celles des mouvements météorologiques estivaux et de la migration postnuptiale, ce qui est en accord avec les observations précédentes (HENNINGSSON *et al.*, 2009). Les vitesses de vol plus élevées pendant la migration printanière sont cohérentes avec les prédictions de minimisation du temps et de vitesse globale de migration plus élevée (ÅKESSON

et al., 2016 ; ÅKESSON, KLAASSEN, HOLMGREN, FOX, & HEDENSTRÖM, 2012 ; HEDENSTRÖM & ALERSTAM, 1998). Les vitesses de vol pendant les mouvements météorologiques d'été et la migration postnuptiale étaient très similaires, ce qui suggère que ces mouvements sont modélés par des critères similaires. La vitesse de vol plus élevée au printemps a été obtenue par un vol battu plus continu par rapport au vol battu/vol plané, mais indépendamment de la saison, une vitesse de vol élevée était liée à une plus grande incidence du vol battu ».



© Jean-François CORNUJET

4. La mesure de la vitesse des vols à l'aide de deux caméras vidéo

En 2010, dans un article intitulé « How swift are swifts (*Apus apus*)? » Per HENNINGSSON, Christoffer JOHANSSON et Anders HEDENSTRÖM ont mesuré la vitesse de vol de martinets noirs aux cours de rondes sonores ou « screaming parties ».

4.1 Matériel et méthodes

Les mesures de vitesse ont été faite à l'aide de deux caméras vidéo fixées sur une poutre montée sur un trépied. La distance entre les deux caméras était de 1400 mm et leur différence d'angle relative par rapport à la poutre était de $7,0^\circ$. La fréquence des images a été fixée à 200 Hz (= 200 images/s).

Après calibration des 2 caméras, la comparaison des images stéréos obtenues avec chacune d'elles a permis le calcul des

vitesse des oiseaux.

Cette étude est basée sur les trajectoires de vol de 25 séquences de martinets en vol au cours de rondes sonores diurnes à basse altitude filmées pendant une journée à la fin du mois de juin 2008. La longueur moyenne des trajectoires filmées était de 1,95 m, et les trajectoires étaient droites lorsque les oiseaux passaient devant la colonie.

Un jour, le 29 juin 2008, avec un ciel clair et des vents calmes a été choisi comme jour d'expérience afin de minimiser les effets du temps et des vents sur le comportement de vol des oiseaux.

4.2 Résultats

Les auteurs écrivent :

« En moyenne, les oiseaux ont volé avec une vitesse horizontale (V_h) de 20,9 m/s (75 km/h) (+/- 5,1 m/s, $n = 25$), allant de 11,9 m/s (43 km/h) à 31,1 m/s (112 km/h) ».



© Jean-François CORNUET

4.3 Discussion

Les auteurs écrivent :

« Cette étude s'est concentrée sur les vitesses de vol des martinets lors d'un comportement de vol particulier appelé «screaming parties». Au cours de ces vols, les oiseaux semblent se forcer à donner le meilleur d'eux-mêmes, peut-être comme une sorte de démonstration de leur force de vol envers d'autres individus. Les résultats montrent que les oiseaux volent à des vitesses élevées pendant les «screaming parties», en moyenne 20,9 m/s (75 km/h), ce qui est environ deux fois plus rapide que la vitesse moyenne enregistrée par exemple pendant la migration de printemps (BRUDERER ET WEITNAUER 1972, HENNINGSSON *et al.* 2009). La vitesse maximale enregistrée dans cette étude était de 31,1 m/s (112 km/h), ce qui est la plus élevée jamais enregistrée pour un martinet en vol autonome (non plongeant, cf. OEHME ,1968, BRUDERER & WEITNAUER, 1972) ».

En 2010, c'est la première fois que les vitesses des vols parmi les plus rapides du Martinet noir sont mesurées avec une méthodologie rigoureuse : vols horizontaux auto-propulsés dont les vitesses sont mesurées avec des caméras stéréos à haute fréquence.

Comparons ces résultats avec ceux publiés par WEITNAUER et OEHME.

En 1947, WEITNAUER écrit :

« Mais s'ils se suivent de près, j'ai souvent mesuré 20 à 30 m/s (72 à 108 km/h) en 100 mesures ».

Si on admet que ce type de vol correspond aux rondes sonores, la fourchette de vitesses (72 à 108 km/h) est supérieure à la moyenne de 75 km/h de 2010. Cet écart peut s'expliquer par des différences dans les méthodologies :

1. le chronométrage manuel chez WEITNAUER (1947) et le système d'enregistrement à l'aide de caméras stéréos à haute fréquence chez HENNINGSSON *et al.* 2010 ;

2. la prise en compte de la vitesse du vent en 2010 ;
3. l'incidence possible des caractéristiques des vols de poursuites mesurés (longueur, trajectoire horizontale ou non...) sur la vitesse de vol des oiseaux.

Dans le graphique (**Figure 1**) publié en 1972 par BRUDERER et WEITNAUER, tous les vols d'une vitesse supérieure à 100 km/h mesurée par WEITNAUER sont des vols plongeants.

En 1968, OEHME ne précise pas le type de vol qu'il chronomètre dans les « couloirs » des rues. Son objectif premier est d'obtenir une vitesse moyenne de déplacement en vol battu horizontal autopropulsé.

Dans le tableau de résultats de ses mesures (**Tableau 2**), on peut émettre l'hypothèse que les 9 mesures comprises entre 75,6 et 100,8 km/h peuvent correspondre à des rondes sonores.

5. La mesure de la vitesse des vols à l'aide de la vidéographie stéréo rotationnelle

En 2015, Emmanuel de MARGERIE *et al.* publient un article intitulé « 3D tracking of animals in the field using rotational stereo videography » où ils présentent une nouvelle méthode de suivi.

En 2018, appliquant cette méthode au vol alimentaire du Martinet noirs, Emmanuel de MARGERIE, Cécile PICHOT et Tyson L. HEDRICK publient un article intitulé « Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*) ».

5.1 Matériel et méthodes (2015)

Les auteurs écrivent :

« Le principe général de notre méthode est de mesurer la position d'un animal à travers ses coordonnées sphériques, par rapport à l'observateur stationnaire. Une base de mesure d'angle (AMB), similaire à un théodolite, enregistre les angles d'azimut (α) et d'inclinaison (i) pendant que l'observateur cadre l'animal en mouvement dans un viseur. Elle est supportée par le tachéomètre (ou station totale), mais fonctionne à une fréquence d'échantillonnage plus élevée (jusqu'à la fréquence d'images vidéo). De plus, l'enregistrement vidéo de l'animal est utilisé pour extraire des données comportementales supplémentaires qui peuvent être combinées avec les données de suivi.

Cette méthode de suivi présente deux limites. Tout d'abord, l'animal doit rester visible pendant son déplacement ; par conséquent, la méthode ne s'applique qu'aux parcours terrestres et aériens dans des environnements ouverts. La deuxième limite résulte de l'évaluation de la distance basée sur la stéréo-image : comme l'incertitude en termes de

mesure de la distance augmente de façon quadratique avec la distance de l'observateur (CAVAGNA *et al.*, 2008), la portée du dispositif de suivi sera limitée, restreignant le suivi précis à un rayon donné autour de l'observateur ».

5.2 Matériel et méthodes (2018)

Les auteurs écrivent :

« Nous avons quantifié les trajectoires de vol des martinets par vidéographie stéréoscopique rotative (RSV), qui utilise une caméra et un téléobjectif avec un ensemble de miroirs pour combiner les vues de deux points de vue en une seule image, le tout monté sur un pivot instrumenté pour suivre les oiseaux individuels pendant le vol.

Des martinets noirs, *Apus apus* (Linnaeus 1758), ont été suivis sur le campus universitaire de Beaulieu à Rennes, en France, au cours de six sessions entre le 17 juin et le 9 juillet 2015. Les enregistrements ont été effectués entre 09h00 et 13h00 depuis le balcon du deuxième étage d'un bâtiment du campus en utilisant la RSV avec une caméra DMC-GH4 (Panasonic, Osaka, Japon) et un objectif 200 mm f/4 Ai (Nikon Inc., Tokyo, Japon).

La vitesse et la direction du vent local dans le plan horizontal ont été enregistrées en lançant et en suivant un ballon rempli d'hélium une fois par heure ».

5.3 Résultats

En se limitant aux vitesses moyennes selon le type de vol (battu et ou plané), on peut construire le **Tableau 7**.

Ces vitesses ont été mesurées et calculées uniquement au cours de **vols alimentaires se déroulant au-dessus de la colonie**.

Cependant les auteurs précisent une autre donnée intéressante :

« Des ailes en forte flèche ont également été observées à plusieurs reprises lorsque l'oiseau a plongé vers son nid à la fin d'un vol de recherche de nourriture, atteignant des vitesses équivalentes jusqu'à 22,9 m/s (82,44 km/h) ».

Tableau 7.

Vitesses moyennes par rapport à l'air de Martinets noirs en vols alimentaires battu et/ou plané d'après de MARGERIE, PICHOT ET HEDRICK, 2018.

	Vol battu	Vol plané	Vol battu et vol plané
Échantillon	n = 72	n = 73	n = 73
Vitesse moyenne par rapport à l'air	10,1 m/s (36,4 km/h)	9,5 m/s (34,2 km/h)	9,7 m/s (35,0 km/h)

5.4 Discussion

1. Pour le vol plané, les auteurs ont comparé leurs résultats avec ceux obtenus par divers auteurs en soufflerie.

Ils écrivent :

« Les valeurs mesurées à partir d'oiseaux sauvages se comportant librement sont similaires à celles des souffleries avec le meilleur accord entre les études sur le taux de chute minimum et le rapport portance/trainée maximum, mais légèrement plus de variation dans les vitesses exactes auxquelles ceux-ci ont été atteints. Nos résultats en vol libre montrent généralement la vitesse de durée maximale la plus lente et un plus grand écart entre les vitesses de durée maximale et de plage maximale, suggérant une enveloppe de performance légèrement plus variée que celle révélée par des études en soufflerie impliquant moins d'oiseaux ».

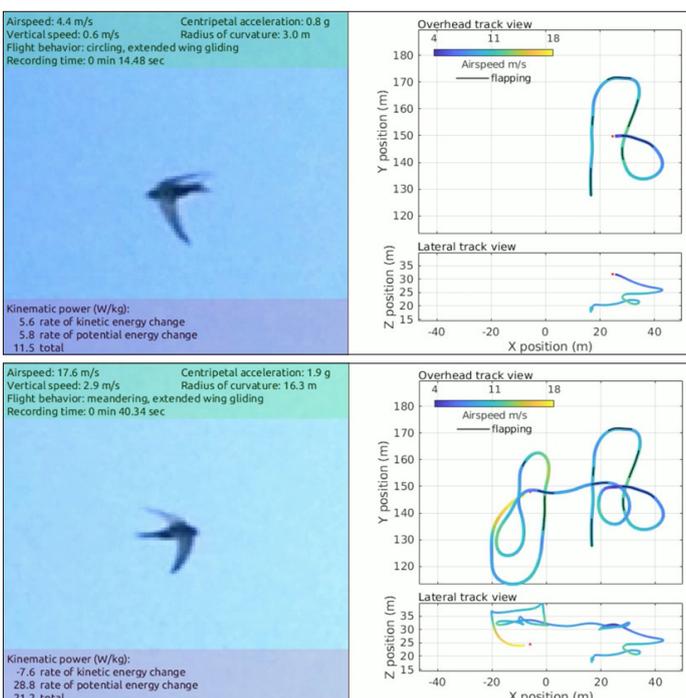
2. Pour le vol plongeant vers le nid, c'est la première donnée (22,9 m/s = 82,44 km/h) obtenue avec une méthodologie précise.

L'article est accompagné d'une vidéo commentée :

<https://movie.biologists.com/video/10.1242/jeb.186270/video-1>

Celle-ci montre en continu l'évolution des paramètres tout au long du parcours de la trajectoire d'un vol principalement alimentaire.

Sur les 68 secondes de la vidéo, la vitesse instantanée de l'oiseau par rapport à l'air (Airspeed) change 370 fois. La vitesse moyenne est de 10,10 m/s (36,36 km/h).



Vitesse minimale par rapport à l'air de 4,4 m/s (15,84 km/h) lors de la capture d'une proie

Vitesse maximale par rapport à l'air de 17,6 m/s (63,36 km/h) lors d'un vol de chasse

6. Discussion générale

Quatre principales méthodologies rigoureuses ont donc jusqu'à présent permis la mesure de certaines vitesses moyennes et maximales des vols du Martinet noir.

Le radar de poursuite (depuis 1972) est l'outil bien adapté à la mesure des paramètres du vol des martinets en altitude lors des vols de repos nocturnes et des vols migratoires diurnes ou nocturnes, pré-nuptiaux ou post-nuptiaux.

L'ornithodolite (2017), **le système stéréo à 2 caméras vidéo** (2010) et la **VSR ou vidéographie stéréo rotationnelle** (2018) sont des matériels et méthodes qui conviennent à la mesure des paramètres des vols des martinets passant à portée de vue d'un observateur terrestre. Ils

commencent à fournir des informations sur les différents vols diurnes : vols de la migration rampante, vols de recherche de nourriture et vols sociaux (« screaming parties »).

Aucune de ces méthodes n'est simple à mettre en place. La lecture des articles scientifiques qui les exposent montrent qu'elles exigent chacune de solides compétences en physique, mathématique et informatique, sans oublier une certaine habileté de l'opérateur pour les méthodes exigeant le suivi en continu du martinet dans les airs.

Si on ne prend en compte que les mesures récentes des vitesses moyennes par rapport à l'air obtenues avec ces méthodologies rigoureuses, on peut construire le **Tableau 8**.

Tableau 8.

Vitesses moyennes par rapport à l'air de Martinets noirs dans différents types de vols.

	Vitesse moyenne par rapport à l'air	Publication
Vol alimentaire au-dessus de la colonie	10,1 m/s (36,4 km/h)	Hedrick, T., Pichot, C. and de Margerie, E. 2018
Vol au cours des « screaming parties » dans la colonie	20,9 m/s (75,2 km/h)	Henningsson, P. et al. 2010
Vol de repos estival nocturne en altitude	9 m/s (32,4 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Vol migratoire pré-nuptial nocturne en altitude	10,6 m/s (38,2 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Vol migratoire pré-nuptial diurne en altitude	pas de données	pas de données
Vol migratoire pré-nuptial diurne près du sol	13,9 m/s (49,9 km/h)	Hedenström, A., and Åkesson, S. 2017
Vol migratoire post-nuptial nocturne en altitude	9,2 m/s (33,1 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Vol migratoire post-nuptial nocturne près du sol	pas de données	pas de données
Vol migratoire post-nuptial diurne près du sol	11,7 m/s (42,1 km/h)	Hedenström, A., and Åkesson, S. 2017

Cette étude bibliographique, certainement incomplète, nous montre que mesurer les vitesses des vols du Martinet noir est un travail difficile à réaliser. Il faut déjà préciser ce que l'on veut mesurer et comment le faire.

1. La vitesse de l'oiseau par rapport au sol ou sa vitesse par rapport à l'air.

La vitesse par rapport au sol est celle que nous avons l'habitude d'appréhender sur le compteur de vitesse d'un véhicule motorisé. C'est aussi celle perçue lorsque nous voyons un oiseau se déplacer dans le ciel. C'est la vitesse que mesure WEITNAUER en 1947 au-dessus de sa colonie.

Mesurer la vitesse de l'oiseau par rapport à l'air, c'est calculer la vitesse propre de l'oiseau par rapport à la masse d'air dans laquelle il se déplace. Son calcul prend donc en compte la vitesse du vent qui doit être mesurée en même temps que la vitesse de l'oiseau par rapport au sol. Ainsi lors des longs vols migratoires avec des vents arrière puissants, la vitesse du vol par rapport au sol peut atteindre le double de la vitesse par rapport à l'air.

Dès 1968, OEHME est conscient de ce problème qu'il résout simplement en choisissant de faire ses mesures par temps calme sans vent. Par la suite les autres chercheurs prendront toujours la mesure du vent soit à l'aide d'anémomètres près du sol ou par le suivi radar ou vidéo de ballons sondes en altitude.

2. La vitesse de l'oiseau selon une trajectoire horizontale.

Pour établir les performances musculaires de l'oiseau, la mesure de la vitesse doit se faire selon une trajectoire horizontale. C'est ce qu'OEHME en 1968 nomme le « vol auto-propulsé ».

En effet dans les vols à trajectoire inclinée vers le bas jusqu'au vol en piqué, l'oiseau utilise en grande partie la force de gravité

avec une conversion de l'énergie potentielle en travail aérodynamique.

3. La nature précise du type de vol dont on veut mesurer la vitesse.

La nature d'un type de vol peut être facile à identifier : vol de chasse pour se nourrir avec des captures visibles, vol en groupe du type « screaming parties », ...

La nature du vol peut être plus délicate à identifier : en juillet en altitude et de nuit, il faut arriver à distinguer sur l'écran radar les individus locaux en vol de repos des individus en migration active, ...

4. Il faut utiliser une méthode de mesure rigoureuse qui doit être présentée en détail dans la publication.

Sur ce point méthodologique, la publication de WEITNAUER (1947) est imprécise. Par exemple, il n'indique pas sur quelle distance exacte il fait son chronométrage. C'est d'autant plus important que les vitesses mesurées sont très élevées (200 km/h).

Ces problèmes sont bien connus en sport de compétition pour les courses de vitesse comme celle du 100 m alors que les vitesses mesurées ne dépassent pas les 37,5 km/h : «...l'Association internationale des fédérations d'athlétisme précise désormais que les temps ne sont homologués que si l'on a recouru au chronométrage entièrement automatique), si la vitesse du vent favorable est inférieure à 2,0 m/s et s'il n'y a pas eu de dopage... »

WEITNAUER fut un très grand ornithologue et ses travaux de recherche sur son oiseau favori sont une contribution remarquable à la connaissance de la biologie du Martinet noir.

Cette étude bibliographique n'est pas une critique « malveillante » à la fois des travaux sur la vitesse que publie WEITNAUER en 1947 et des auteurs qui le citent et de ce fait valident ses données.

Parmi eux, GÉROUDET et GLUTZ VON BLOTZHEIM ont publiés des ouvrages de référence en ornithologie européennes qui ont servi de ressources bibliographiques fiables à de très nombreux auteurs.

Revenons à la question initiale de cette étude : pourquoi en 2024 certains auteurs considèrent encore que le Martinet noir est capable de voler à plus de 200 km/h ? Tout simplement parce que des auteurs fiables comme GÉROUDET et GLUTZ VON BLOTZHEIM ont validées ces 200 km/h.

Résumons l'évolution des écrits sur le sujet des 200 km/h en 8 dates clés :

1947 - WEITNAUER

Dans son premier article de 1947 sur les martinets « Am Reste des Mauerseglers *Apus apus* », WEITNAUER décrit principalement la reproduction du Martinet noir. Sur les 50 pages de l'article, 2 pages seulement sont consacrées aux vitesses et performances du vol du martinet. Diverses vitesses sont mesurées dont le fameux 200 km/h.

À la fin, il admet en toute honnêteté :

Je suis conscient que mes mesures avec des outils rudimentaires ne peuvent être exemptes d'erreurs. Mais j'ai eu une indication de leur vitesse de vol. – Espérons qu'un lecteur disposant de meilleurs moyens de mesure parviendra à obtenir des mesures exactes – Non seulement leur agilité, mais aussi leur vitesse de vol sont étonnantes.

1951 - GÉROUDET

En 1951, dans la première édition de LA VIE DES OISEAUX *Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*. GÉROUDET cite et valide les données chronométrées de WEITNAUER (1947). Le texte sera le même dans les différentes éditions de ses livres remarquables qui sont et resteront pendant longtemps encore les livres de chevet des

ornithologues francophones.

1956 - LACK

À la différence de GÉROUDET, dans sa célèbre monographie sur le Martinet noir (*Swifts in a Tower*) LACK ne cite pas et donc ne valide pas les données de WEITNAUER dont l'article de 1947 est pourtant bien présent dans la bibliographie des pages que LACK consacre au vol.

LACK écrit même :

« La vitesse maximale du martinet lors d'un vol court n'a jamais été mesurée ».

Il est probable que la méthodologie de WEITNAUER lui pose problème.

1968 - OEHME

Dans son étude du vol du Martinet noir « Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*) » OEHME a besoin d'une vitesse moyenne du vol du martinet. Plutôt que de reprendre les données de WEITNAUER, il préfère réaliser ses propres mesures de chronométrage. Il ajoute 2 conditions importantes : vent faible et trajectoire horizontale. Sur 41 mesures, il obtient une vitesse maximale de 100,8 km/h.

1972 - BRUDERER & WEITNAUER

Dans un article principalement consacré aux observations radar de la migration et du vol nocturne du Martinet noir « Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers, *Apus apus* », les 2 auteurs reviennent sur les données de vitesse obtenues par WEITNAUER (1947) et OEHME (1968).

Ils présentent ces anciennes données sous une forme graphique (**Figure 1**).

On y découvre plus clairement qu'en 1947 que :

1. les données de WEITNAUER supérieures à 100 km/h sont des vitesses mesurées au cours de « jeux aériens en diagonale vers le bas » Il s'agit bien de trajectoires descendantes.

2. l'histogramme des données de WEITNAUER s'arrête à 165 km/h. Il n'est plus question des 200 km/h de 1947. Est-ce que cette « correction » a été faite suite aux échanges entre WEITNAUER et BRUDERER ?

Cet article de 1972 marque donc une évolution de WEITNAUER sur ses données de 1947.

1980 - WEITNAUER dans sa monographie sur le Martinet noir

Quand, en 1980, WEITNAUER publie sous sa seule signature sa monographie sur le Martinet noir (*Mein Vögel*) il confirme son changement d'opinion en reprenant quasi littéralement les phrases et les graphiques de l'article de 1972.

1980- WEITNAUER dans le Vol. 9 du « Glutz »

En 1980, est également publié le Vol. 9 de Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980).

Emil WEITNAUER et Erwin SCHERNER sont

les rédacteurs du chapitre sur le Martinet noir.

Leur monographie est supervisée par les co-auteurs/correcteurs GLUTZ VON BLOTZHEIM et BAUER.

Page 697, on trouve la phrase :

« En vol plané, on atteint généralement 5-14 m/s, en vol propulsé 11-28 m/sec, en jeux de vol jusqu'à 40-60 m/sec (WEITNAUER, 1947, OEHME, 1968 b) ».

Ces données numériques correspondent à une « synthèse » entre les données de WEITNAUER (1947) et celles d'OEHME (1968). À la différence de la monographie de WEITNAUER, les vitesses extrêmes (40 - 60 m/s ou 144 - 216 km/h) sont citées et validées pas GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER.

1998 - GÉROUDET & Michel CUISIN

Dans la dernière édition de LA VIE DES OISEAUX *Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés.* de GÉROUDET, révisée par CUISIN, ce sont les données de vitesse du « Glutz » de 1980 qui sont citées et validées.



© Jean-François CORNUJET

Conclusion

Comment aborder aujourd'hui le problème de la vitesse des vols du Martinet noir ?

Tout dépend de la nature de la publication. Dans un article de recherche scientifique, les auteurs qui abordent ou traitent le sujet sont censés connaître l'évolution des idées sur cette question complexe. Ils savent faire des choix judicieux dans l'utilisation de leurs sources.

Dans une publication de vulgarisation, il est normal pour la majorité des auteurs de faire confiance, en toute bonne foi, à des personnes dont le sérieux et les compétences ornithologiques sont reconnues par la communauté scientifique. Si GÉROUDET citant les chronométrages de WEITNAUER (1947), valide depuis 1951, dans les différentes éditions de ses livres sur la Vie des Oiseaux que les martinets sont capables d'atteindre la vitesse de 200 km/h, pourquoi en douter aujourd'hui ? Si en 1980, GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, dans le *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*, ouvrage de référence pour l'avifaune européenne, cite et valide l'ensemble des mesures de WEITNAUER (1947), y compris la vitesse de 216 km/h, pourquoi en douter aujourd'hui ?

À partir de la lecture des différents articles et livres cités dans cette étude, je peux essayer d'exposer quelques dernières réflexions personnelles.

1. Seuls 2 auteurs ont publié des chronométrages (WEITNAUER, 1947 et OEHME 1968) qui servent encore de références pour les publications de vulgarisation d'aujourd'hui. Ces 2 auteurs ont fait **leurs mesures en période de reproduction dans une colonie** avec des objectifs de recherche différents.

Je pense que le chronométrage manuel

peut donner un bon aperçu des vitesses jusqu'à 100 km/h (la vitesse maximale mesurée par OEHME est de 100,8 km/h). Les vitesses supérieures à 100 km/h obtenues par WEITNAUER sont plus sujettes à contestation (voir l'évolution de la réflexion de WEITNAUER sur ses données).

2. Seules 2 études sur les vitesses par rapport à l'air ont été faites par d'autres méthodes **dans une colonie** :

2010 - HENNINGSSON *et al.* ont mesuré des vitesses du vol au cours de **rondes sonores** ou « **screaming parties** » considérées comme faisant partie des vols les plus rapides des martinets.

Vitesse minimale : 43 km/h

Vitesse moyenne : 75 km/h

Vitesse maximale : 112 km/h

2018 - deMARGERIE *et al.* ont mesuré des vitesses au cours des **vols alimentaires au-dessus d'une colonie**.

Vitesse minimale : 16 km/h

Vitesse moyenne : 36 km/h

Vitesse maximale : 63 km/h

(données de la vidéo publiée comme exemple).

3. Toutes les mesures des autres études citées ont été faites sur des martinets :

- soit en altitude (radar) en vol de repos nocturne ou en vol migratoire de jour comme de nuit ;
- soit près du sol (ornithodolite) en vol migratoire diurne.

Ces études fournissent principalement **des vitesses moyennes de déplacements migratoires**.

Le tableau 4 donne des vitesses moyennes par rapport à l'air comprises entre **30 et 50 km/h**.

Nous avons déjà remarqué que lors des longs vols migratoires avec des vents arrière puissants, la vitesse du vol par rapport au sol pouvait atteindre le double de la vitesse par rapport à l'air.

4. Je ne sais pas si un martinet noir est capable de voler à 200 km/h ou plus (vitesse par rapport au sol ou par rapport à l'air) parce que ces 200 km/h n'ont jamais été mesurés de manière rigoureuse. Sait-on d'ailleurs si l'organisme du martinet est capable de supporter de telles vitesses ?

Comme d'autres auteurs (Andrew LACK...), je retiens que, en vol auto-propulsé, la vitesse la plus rapide jusqu'à ce jour (112 km/h) est celle mesurée par HENNINGSSON et al. en 2010.

5. Il est tout à fait possible qu'au cours de vols en piqué, les martinets soient capables d'atteindre des vitesses supérieures à 112 km/h. Pour le savoir, il faut mettre au point des méthodes de mesures précises et incontestables.

6. Pendant plusieurs années, mes observations quotidiennes au-dessus d'une colonie pendant que je filmais des martinets m'ont montré que les martinets noirs avaient des vitesses de vol excessivement variables car ils étaient notamment capables d'accélérations fulgurantes dans leurs interactions sociales et de freinages magistraux pour entrer dans les cavités de nidification.

Cette analyse s'arrête provisoirement, dans l'attente de nouvelles publications de mesures que des technologies innovantes permettront d'obtenir dans les années à venir.



© Jean-François CORNUET



Bibliographie

ÅKESSON, S. & HEDENSTRÖM, A. 2017. Adaptive airspeed adjustment and compensation for wind drift in the Common swift: differences between day and night. *Anim. Behav.* 127, 117 - 123 [lien](#)

BÄCKMAN, J. & ALERSTAM, T. 2001. Confronting the winds: Orientation and flight behaviour of roosting swifts, *Apus apus* *Proc R Soc Lond B* 268: 1081 - 1087 [lien](#)

BRUDERER, B. & BOLDT, A. 2001. Flight characteristics of birds: I. radar measurements of speeds *Ibis* 143: 178 - 204 [lien](#)

BRUDERER, B. & WEITNAUER, E. 1972. Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (*Apus apus*). *Rev. Suisse Zool.* 79: 1190-1200 [lien](#)

DE MARGERIE, E., SIMONNEAU, M., CAUDAL, J.-P., HOUDÉLIER, C. AND LUMINEAU, S. (2015). 3D tracking of animals in the field using rotational stereo videography. *J. Exp. Biol.* 218, 2496-2504. [lien](#)

DÉOM, P. 2000. *La Hulotte* n° 78 L'Arbalétrier. Boulton-aux-bois, France www.lahulotte.fr

GENTON, B. et JACQUAT, M.S., 2016. *Martinet noir : 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

GÉROUDET, P. 1998. *Les Passereaux d'Europe, tome 1, des coucou aux Merles.*

Delachaux et Niestlé, Lausanne & Paris Édition mise à jour par Michel CUISIN

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & BAUER, K. M. 1980. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 9 Columbiformes - Piciformes.* (Akademischer, Wiesbaden)

GORY, G. 2019. Quel avenir pour le Martinet noir ? *L'OISEAU MAG La revue nature de la LPO* 134 : 40 - 51

FRÉDÉRIC, L. 1994. *Le Martinet noir.* Éveil Éditeur, Saint-Yrieix

HEDRICK, T., PICHOT, C. AND DE MARGERIE, E. 2018. Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*) *J Exp Biol.* 221, jeb186270 [lien](#)

HENNINGSSON, P. ET AL. 2009. Flight speeds of swifts (*Apus apus*): seasonal differences smaller than expected *Proc. R. Soc. B* 276: 2395 - 2401. [lien](#)

HENNINGSSON, P. ET AL. 2010. How swift are swifts (*Apus apus*)? *J. Avian Biol* 41, 94-98. [lien](#)

LACK, D. *Swifts in a Tower* London, UK: Unicorn publishing Group Édition de 1968 Mise à jour par Andrew LACK

OEHME, H. 1968. Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*). *Biol. Zentralblatt* 87 : 287 - 311 [lien](#)

WEITNAUER, E. 1947. Am Neste des Mauerseglers, *Apus apus* (L.) *Orn. Beob.* 44: 133 - 182 [lien](#)

WEITNAUER, E. 1952. Uebernachtet de Mauersegler, *Apus apus* (L.) in der Luft
Orn. Beob. 49: 37 - 44 [lien](#)

WEITNAUER, E. 1956. Zur Frage des Nächtigens beim Mauersegler, 5. Beitrag.
Orn. Beob. 53: 74 - 79 [lien](#)

WEITNAUER, E. 1960. Über die Nachtflüge des Mauerseglers, *Apus apus*. *Orn. Beob.* 57: 133 - 141 [lien](#)

WEITNAUER, E. 1980. *Mein Vögel* - Aus dem Leben des Mauerseglers. Basellandschaftlicher Natur- und Vogelschutzverband BNV



Remerciements

Je tiens à remercier Bernard GENTON et Ulrich TIGGES pour nos échanges réguliers, la pertinence de leurs remarques, le partage de leur grande connaissance des martinets et la mise à ma disposition de leurs ressources bibliographiques.

Pour citer cet article :

CORNUET, J.F. 2024.
À quelle vitesse vole le Martinet noir
(*Apus apus*) ?
Synthèse bibliographique
chronologique
Plume de Naturalistes 8 : 61-92.

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

ISSN 2607-0510

How fast does the Common Swift (*Apus apus*) fly? Chronological bibliography

By **Jean-François CORNUET**
(jfcornuet@gmail.com)

Abstract

The Common Swift is renowned for its rapid flight. It is commonly said to be able to fly at speeds of 200 km/h or more. This chronological bibliographical summary begins with the first measurements published in 1947 by Emil WEITNAUER, one of the great pioneers in the study of this species. He manually clocked swifts at over 200 km/h above a breeding colony.

From 1955 onwards, WEITNAUER used radar to track the swifts' high altitude flights. These radars were to be used by other research teams, whose publications included data on flight speeds during migration. Gradually, the experimental conditions for these measurements were refined.

As early as the 1970s, researchers were building optical devices such as ornithodolites to measure flight speeds. Then, from the 2010s onwards, video camera systems provided



continuous data on the flight of a single individual (3D trajectory, speeds and accelerations).

The discussion in this bibliographical summary attempts to explain why the initial speed data published by WEITNAUER almost 80 years ago are still used in articles on the Common Swift.

Introduction

The starting point for this bibliographical study was the watching of a videoconference on the Common Swift organized for World Swifts Day on June 7, 2021.

The video, entitled "**Zoom sur le Martinet noir**" ("Zoom on the Common Swift") was put online on July 6, 2021 on the Youtube channel "Paris nature", managed by the Direction des Espaces Verts et de l'Environnement of the City of Paris.

The videoconference is hosted by Frédéric

JARRY of Maison Paris Nature. The main characteristics of the Common Swift's biology and the measures to be taken to favour its populations are presented by two speakers:

- Ghislaine FERRÈRE of the Bleu Martinet association;
- Philippe MAINTIGNEUX of the LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux = French League for Bird Protection).

Philippe MAINTIGNEUX comments on the slide below concerning flight speed:

"Once it's in the air, it has amazing flying capabilities. So it has top speeds in excess of 200 km/h, current speeds that are between 40 and 100 km/h with cruising speeds that can reach 80 km/h."

When I saw this slide, I began a bibliographical search to find out where these speed data came from, which I had already read in popular articles, books and websites.



1. Measuring flight speed using stopwatches

Two authors have published the results of their measuring flight speed of swifts by manual timing. Using fixed visual cues, they defined paths of known lengths along which they timed swifts on the wing. As the observation sites were above a colony, the birds practised a variety of flights: foraging, swooping...

1.1 (1947) Emil WEITNAUER

In 1947, Emil WEITNAUER published a long paper on his observations on the breeding of the Common Swift in his Oltingen colony (Switzerland): "Am Neste des Mauerseglers, *Apus apus*". On page 178 he discusses the problem of speed and flight performance

1.1.1 Matérials and methods

Emil WEITNAUER writes:

"In the course of countless observations of their aerial activities, I have had many opportunities to admire their agility in flight. So it's not surprising that I dared to measure their flight speed.

There are two routes that my swifts take most often during their flights.

1. From the ridge of the neighbouring house (which runs parallel to the school building) to the school building via the nesting sites.

2. Over the high stepped gables of the vicarage (which is at right angles to the church), through the tower.

I measured these distances, set up with the stopwatch 80 and 140 metres away from them and, when the swifts were flying low over the ridge or gabled roof, measured their speed".

1.1.2 Results

Emil WEITNAUER writes:

"If they flew calmly without flapping their wings, I measured 5 to 7 m/s (18 to 25 km/h).

If the swifts are covering distances as they usually do when hunting insects over fields, I obtained an average speed of 17 m/s (around 60 km per hour) with 100 measurements. But if they follow each other closely, I often measured 20 to 30 m/s (72 to 108 km/h) in 100 measurements. However, over short distances of 20 to 50 m, they also reached 40 m/s (144 km/h) and 60 m/s (216 km/h) (max. around 200 km per hour) in their swooping flight.

In good weather, I was able to determine a flight time of 15 hours at the time of feeding of the young using bird and nest observations. At 17 m/s, this gives a daily performance of 918 km. Cf. A. Schifferli (1942)". (**Table 1**)

1.1.3 Discussion

Emil WEITNAUER writes:

"I'm aware that my measurements with rudimentary tools cannot be error-free. But I did get an indication of their flying speed. - Let's hope that a reader with better measuring equipment will be able to obtain accurate measurements - not only their agility, but also their speed of flight is astonishing".

In the abstract on page 182, he identifies two main speeds:

"Flight speed measurements showed around 60 kilometres per hour for insect hunting, and around 200 kilometres per hour for diving".

Even though Emil Weitnauer took 100 measurements, he is aware that they are open to criticism.

The most problematic measurement is that of the speed of nose-down flights for at least 2 reasons:

1. with a more or less diving trajectory, it is very difficult to have visual reference points to evaluate the distance covered;

2. the faster birds fly, the more error-prone manual timing can be: a dive flight of 110 m at 200 km/h is covered in 2 s!

Subsequent work on measuring Common Swift flight speeds will have two major differences:

1. the wind speed at the time of measurement will always be taken into account in order to distinguish between

the speed of the bird in relation to the ground (groundspeed) and the speed of the bird in relation to the air (airspeed);

2. measurements will be made mainly on horizontal flight, i.e. self-propelled flight, where the airspeed reflects the swift's muscular capacities. In diving flight, on the other hand, the bird largely uses the force of gravity, converting potential energy into aerodynamic work.

Table 1.
The speeds of the different types of Common Swift flight, measured using a stopwatch according to WEITNAUER (1947).

Gliding flight	Horizontal foraging flight	Horizontal pursuit flight	Diving and aerial games
5 - 7 m/s (18 - 25,2 km/h)	Average : 17 m/s (61,2 km/h)	20 - 30 m/s (72 - 108 km/h)	40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)



© Jean-François CORNUET

1.2 (1968) Hans OEHME

In 1968, Hans OEHME continued his work on the aerodynamics of bird flight by publishing a paper on the flight of the Common Swift: "Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*)".

For his calculations he needs an mean speed of the level flapping flight of the Common Swift.

1.2.1 Matérials and methods

To obtain level paths, he timed swifts flying 80 to 130 metres in the 'corridors' of a city's streets. He measured 41 flights.

1.2.2 Results

OEHME presents its measurement results in **Table 2**.

1.2.3 Discussion

Unlike WEITNAUER, OEHME raises the question of airspeed, which he solves simply by making measurements when the wind speed is zero. He writes:

"Airspeed: It is difficult to determine airspeed correctly, as it is not groundspeed that is required, but the bird's own airspeed. Measurements can therefore only be taken when the wind is stationary".

The table shows that the speeds range from 11 m/s (39.6 km/h) to 28 m/s (100.8 km/h). For his further calculations, OEHME uses the speed of 16 m/s (57.6 km/h) found in

13 of the 41 measurements.

He considers 16 m/s (57.6 km/h) to be the "normal airspeed" of level flapping flight (self-propelled flight) of the Common Swift (**Table 3**).

OEHME does not specify the behaviour of birds flying in street "corridors": prey capture, social behaviour (chasing, screaming parties...).

OEHME does not quote WEITNAUER's paper published 21 years earlier, he prefers to make his own measurements. This is understandable when one reads the work of OEHME, who was as much or more (?) a physicist than a naturalist.

Furthermore, OEHME used slow-motion film footage (80 fps) of swifts on the wing to analyse, for example, the movements of the wings during flapping flight. He can therefore associate his speed measurements with slow-motion images taken at the same locations and times.

Although OEHME and WEITNAUER use the same methodology -timing of swifts in flight over a specific distance - it is difficult to compare their results because their research aims and methods are different.

On the gliding flight, OEME writes on page 290:

"Gliding speeds had to be determined over shorter distances (40-50 m) and are therefore more uncertain. They were between 8 m/s and 14 m/s (28.8 and 50.4 km/h)".

Table 2.

Flight speeds of the Common Swift, measured using a chronometer by OEHME (1968).

Speed (m/s)	11	14	15	16	17	18	19	21	22	25	26	28
Speed (km/h)	39,6	50,4	54,0	57,6	61,2	64,8	68,4	75,6	79,2	90,0	93,6	100,8
Flight numbers (41)	1	2	7	13	6	1	2	2	1	4	1	1

Table 3.

Speeds of the different types of flight of the Common Swift, measured with a stopwatch according to OEHME 1968.

Gliding flight	Horizontal foraging flight	Horizontal pursuit flight	Diving and aerial games
8 - 14 m/s (28,8 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) Average speed : 16 m/s (57,6 km/h)		Unmeasured speed

1.3 French-speaking authors who agree with the speed of 200 km/h, published by WEITNAUER in 1947

1.3.1 (1951-1973-1980) Paul GÉROUDET

In the 1951, 1973 and 1980 editions of his book *Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris, Paul GÉROUDET writes in the chapter relating to the Common Swift:

"The aerial performance of the Common Swift is well known, although its speed has sometimes been exaggerated; WEITNAUER (1947) clocked 22 km per hour in a quiet glide, 60 km per hour in a hunting flight over meadows, and 200 km per hour in a vertiginous chase, but over short distances."

In 1951, 1973 and 1980, GÉROUDET validated the speed measurements published in 1947 by WEITNAUER, including the speed of 200 km/h.

1.3.2 (1994) Lionel FRÉDÉRIC

In 1994, in his monography entitled *Le Martinet noir*, Lionel FRÉDÉRIC writes :

"Weitnauer (1947) clocked the Common Swift at 20 km/h in gliding flight, 60 km/h in foraging flight and 200 km/h in hunting flight. However, this extreme speed is only achieved over short distances".

This author, by repeating almost literally the sentence written by GÉROUDET in 1951, validates the speed measurements

published in 1947 by WEITNAUER, including the speed of 200 km/h.

1.3.3 (1998) Paul GÉROUDET and Michel CUISIN

In 1998, in the latest edition of Paul GÉROUDET's works, updated by Michel CUISIN, we can read:

"Although sometimes exaggerated, the aerial performance of the Common Swift shows remarkable control of the flight for a bird of its size. The maximum speed reached over short distances during high-speed chases does not exceed 60 m/sec. (216 km/h), but during insect foraging, measurements by Weitnauer (1947) gave 11 to 28 m/sec. (40 to 100 km/h), only 5 to 14 m/s during the gliding periods".

The speed of 216 km/h for pursuit flights published by WEITNAUER 1947 is taken over and validated again.

The speeds for foraging flight (40 to 100 km/h) are those published by OEHME 1968 and not by WEITNAUER in 1947.

For gliding flight, it is a synthesis between the data of WEITNAUER 1947 (minimum: 18 km/h) and OEHME (maximum: 50.4 km/h).

These different data are in fact those published in 1980 in volume 9 of Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980).

1.3.4-2000-2001-Pierre DÉOM

In his well-documented work on the Common Swift, Pierre DÉOM writes about the speed of diving flights on page 12:

«And if I tell you that swifts have been clocked at speeds of 160 kilometres per hour in diving flight, will you believe me? For a few seconds, some can even reach 200 kilometres per hour !»

For the 200 km/h, the author uses and validates WEITNAUER's timed data from 1947, but without specifying that this speed referred to diving flights.

1.3.5 (2019) Gérard GORY

In *OISEAU MAG*, the LPO's spring 2019 nature magazine, n°134 page 47, Gérard GORY writes:

"The particular morphology of this bird gives it great skill and speed in flight. Its good visual acuity, slender wings that propel it to speeds well in excess of 100 km/h, and the ability to turn within a short radius make it a formidable hunter.

The Common Swift flies around obstacles and reaches speeds of up to 200 kilometres per hour. It is probably one of the fastest birds".

For the 200 km/h, the author uses and validates WEITNAUER's timed data from 1947, but without specifying that this speed referred to diving flights.

1.3.6 (2021) Philippe MAINTIGNEUX

As mentioned in the introduction, during the video conference on the Common Swift on 7 June 2021 and in the video posted on Youtube on 6 July, "Zoom sur le Martinet noir", commenting on a slide, Philippe MAINTIGNEUX said:

"Once it's on the wing, it has amazing flying capabilities. So it has top speeds of over 200 km/h, current speeds of between 40 and 100 km/h with cruising speeds of up to 80 km/h. This means that for the birds that live in Paris, we think that some of them will feed as far as the Fontainebleau forest. At 80 km/h, it is quickly reached, we are not going to say that it is a walk, but almost".

The author uses speeds without specifying the types of flight concerned.

For the 200 km/h, the author uses and validates WEITNAUER's 1947 timed data, but without specifying that this speed referred to diving flights.



1.4 Authors who exclude the speed of 200 km/h, but validate some of the other timed data of WEITNAUER (1947) and OEHME (1968)

1.4.1 (1972) Bruno BRUDERER and Emil WEITNAUER

In 1972, in a paper entitled "Radar tracking of day and night flight of swifts (*Apus apus*)" both authors use tracking radar (go to Part 2.1). When they deal with the flight speed, they present the data of WEITNAUER (1947) and OEHME (1968) in graphical form.

"Measurements of flight times between two house gables (cf. WEITNAUER, 1947) show that the flight profile of the swift in rapid descending flight certainly allows such high speeds, but also show that the speed of normal horizontal flight is generally less than 50 km/h. Optical measurements by OEHME (1968), also shown in Figure 1 (in red), confirm these results".

Two important remarks on this graph which WEITNAUER co-authored in 1972:

1. All flights above 100 km/h measured by WEITNAUER in 1947 are diving flights.

2. These diving flights do not exceed 165 km/h on the histogram. There is no longer any question of 200 km/h.

1.4.2 (1980) Emil WEITNAUER

In 1980, in his monography on the Common Swift (*Mein Vögel*), Emil WEITNAUER, in a short chapter on flight speeds (page 84), repeats almost literally the sentences written with Bruno BRUDERER in 1972, including the graphic illustrations (Figure 1).

Always in 1980, volume 9 of Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980) was also published.

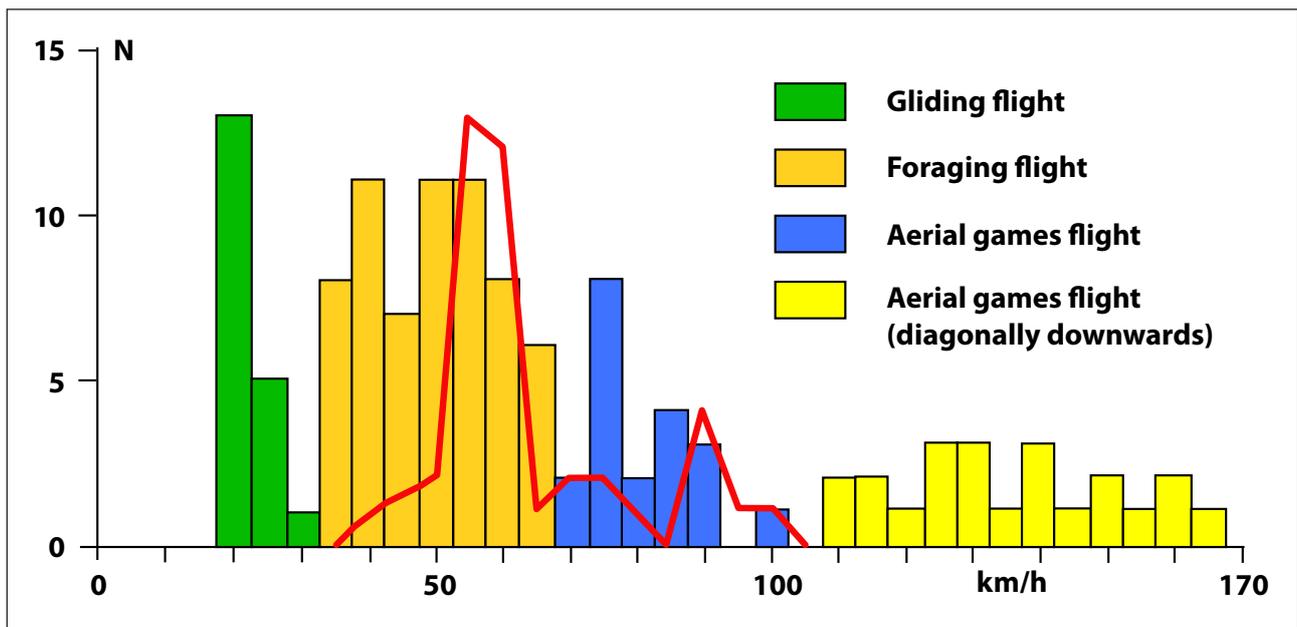


Figure 1. (from BRUDERER & WEITNAUER 1972)

Flight speeds of swifts measured optically in daylight, according to the measurements of WEITNAUER in 1947 (histogram) and OEHME in 1968 (red curve).

On page 697 this sentence can be found:

"In gliding flight 5-14 m/s, in powered flight 11-28 m/sec are usually achieved, in flying games up to 40-60 m/sec (WEITNAUER 1947, OEHME 1968 b)".

These data correspond to a "synthesis" between the data of WEITNAUER (1947) and OEHME (1968).

For gliding flight : 5 m/s (18 km/h) is the minimum for WEITNAUER (1947); 14 m/s (50.4 km/h) is the maximum for OEHME (1968).

For level foraging flight : 11 - 28 m/s (39.6 -100.8 km/h) are the data from OEHME (1968).

For diving-display flight : 40 - 60 m/s (144 - 216 km/h) are the WEITNAUER (1947) data.

1.4.3 (2001) Bruno BRUDERER and Andreas BOLDT

In 2001, in a paper entitled "Flight characteristics of birds: I. Radar measurements of speeds" both authors present an annotated list of flight speeds of 139 species of the Western Palearctic, mainly in migratory flight. All measurements were taken with the same tracking radar and corrected for the influence of wind with wind measuring balloons tracked by the radar (go to Part 2.3).

On page 192, the authors write about the Common Swift:

"Oehme (1968) noted most speeds of diurnal flights in the range of 15-17 m/s, values which are in the same range as those reported by Bruderer et Weitnauer (1972) for hunting and display flights, but not for migratory flights".

These two authors use the same time data as in 1972.

1.4.4 (2009) Per HENNINGSSON

et al.

In 2009, in a paper entitled "Flight speeds of swifts (*Apus apus*): seasonal differences smaller than expected" the authors compare the night-flying behaviour of the Common Swift across seasons.

The birds were tracked with tracking radar from the University of Lund in southern Sweden during spring night migration, summer night roost flights and autumn night migration (go to Part 2.5).

The authors write about the published high speeds:

"Swifts are known to be able to fly at high speeds; records of up to 28ms^{-1} exist (OEHME 1968 ; BRUDERER & WEITNAUER 1972)".

It is interesting to note that the maximum value retained in the earlier timed data is that of OEHME (100.8 km/h) and not the higher values of WEITNAUER (up to 200 km/h in 1947).

1.4.5 (2014) Bernard GENTON and Marcel JACQUAT

In 2014, in the book *Martinet noir : entre ciel et pierre (Common swift: between sky and stone)*, both authors provide information on flight speeds on several occasions.

Thus on pages 27, 28 and 29 they write about types of flight:

Foraging: many sharp turns, laterally and altitudinally between 40 and 60 km/h

Drinking: gliding on the surface of a fairly calm water, about 35 km/h

Migration: fairly straight, about 90 km/h

Roosting: gliding between 20 and 30 km/h (WEITNAUER, 1980)".

These speed data are based on both literature data (mainly WEITNAUER 1947; 1980) and observations made by the authors in the wild.

On the subject of nest access flight, the authors quote the data of Van Arkel (1997):

Page 29:

"**Cavity diving**, sometimes from a high altitude, then resource for braking and entry at about 70 km/h to the nest, practised by the breeders (speed measured by van Arkel in 1997)".

Page 93, Bernard GENTON adds:

"As time goes by, the entry path becomes more precise and fluid; finally, nest penetration takes place with ease; in some individuals it is achieved at high speed and seems to be a constitutive part of flight. Van Arkel (1997) indicates that when access to the cavities is clear: "the Common Swift arrives in front of its nest hole at a speed of 70 km/h".

This data from Van Arkel is problematic as the material and measurement method have never been published. It is quite possible that in the diving flight to the nest cavity the swift flies at 70 km/h because in 2015 deMARGERIE *et al.* (go to Part 5.) measured a speed of 22.9 m/s (82.44 km/h) in such a diving flight. However, it seems unlikely that the bird is still at this high speed at the nest entrance itself. It would be necessary to make precise measurements of speed over the last 2 metres before the nest entrance. The Common Swift appears to be able to accelerate and brake abruptly over short distances.

On page 94, concerning duet flights by young pairs, Bernard GENTON states:

"While these vibrating duo flights are likely to reappear sporadically in the future, they are now transformed into long, playful, high-speed aerial circuits, during which the pair follow each other at close range (barely 40 cm apart and probably at well over 100 km/h) over the colony's neighbourhood".

Although Bernard GENTON suggests

the probability of flight speeds well in excess of 100 km/h, at no time does he quotes or validates WEITNAUER's "200 km/h" (1947).

1.4.6 (1956-2018) Two "cautious" authors, David LACK and his son Andrew LACK

In 1956, David LACK published his famous monograph on the Common Swift, entitled *Swifts in a tower*.

In chapter 10, he devotes about fifteen pages to the swift's flight. He states at the beginning of the chapter:

"The analysis of its flight is a technical subject which I have not studied at first hand and what follows is a summary of the work of others in so far as I understand it".

About the flight speed of the swift, he writes:

"Swifts are generally claimed to be the fastest of all birds in level flight, but it is hard to be sure, as they rarely fly as rapidly as they can. A Dutch worker has estimated that, when feeding, swifts often fly at only 25 miles an hour, being passed by starling or pigeon, but that they sometimes move at 40 miles an hour and may increase up to 60 miles an hour if extended. A pilot in the First World War thought from his air-speed indicator that swifts in unhurried flight near to him were moving at 68 miles an hour. The swift's highest speed on a short burst has never been measured. One taken from a church tower at Tournai in Belgium and transported by aircraft returned from London airport in four hours, at an average speed of 37 miles an hour, a remarkable achievement even if it flew directly back, and also showing that the bird can orientate itself with accuracy".

It is surprising that David LACK does not mention the measurements and results published by Emil WEITNAUER, especially since he refers to the 1947 article followed by the mention (flight-speed).

I think that David LACK does not validate Emil WEITNAUER's methodology when he

writes :

"The swift's highest speed on a short burst has never been measured".

He prefers to give examples of speeds that seem more realistic from another dutch worker (H. J. SLIJPER, 1948) for foraging flight (40 km/h)

In 2018, Andrew LACK, David's son, supervised the re-edition of his father's book (1956). He added a chapter 19 entitled "Swift in a tower – Sixty two years on" in which he summarises the main findings on swifts since 1956.

On the subject of flight speeds, he writes:

" On a more prosaic note, we have now some accurate measurements of what that speed is from Professor Anders Hedenstrom and his co-workers from Lund University in Sweden. During migration or on feeding flights, swifts will normally fly at around 10 m s^{-1} (22 mph) but during 'screaming parties' in particular, they can fly much faster than that. Using two high speed cameras, placed 1,400 mm apart on a beam, they recorded swifts flying at speeds of $11.9\text{-}31.1 \text{ m s}^{-1}$ (26.6-69.6 mph) with an average of 20.9 m s^{-1} (46.8 mph) in screaming parties on a calm clear day at a local colony. At the same time these birds were actually rising upwards in the air at an average of 4.0 m s^{-1} (9 mph). These are only short bursts, but powered flight of these astonishing speeds has never been accurately recorded in any other bird. It is certainly possible that other swifts may be able to fly faster than our swift but this needs confirmation using accurate methods of measurement; speeds such as the 47 m s^{-1} (105 mph) mentioned for the white-throated needletail swifts are almost certainly exaggerations".

Like his father, Andrew LACK does not mention the timed speed measurements of WEITNAUER (1947) and OEHME (1968).

REVIEW

The **Table 4** shows that all the French-speaking authors (GÉROUDET, CUISIN, FRÉDÉRIC, DÉOM, GORY, MAINTIGNEUX) quote the high speed data (200 km) published by WEITNAUER (1947). The fact that as early as 1951, GÉROUDET validated the data of WEITNAUER (1947) may also explain this choice.

WEITNAUER with BRUDERER in 1972, then alone in his monograph *Mein Vögel* of 1980 lowers the maximum speed from 216 km/h to 165 km/h; but it remains at 216 km/h in the "Glutz" of 1980.

Other authors (BRUDERER, BOLD, HENNINGSSON) prefer to quote OEHME's 1968 data, rather than WEITNAUER's 1947 data.

From 1956, WEITNAUER used radar to track swifts at altitude. He also measured flight speeds.

Table 4.

Timed speed measurements made by WEITNAUER in RED and OEHME in GREEN and their use in subsequent publications by various authors.

	Gliding flight	Horizontal foraging flight	Horizontal pursuit flight	Diving and aerial games
1947 WEITNAUER	5 - 7 m/s (18 - 25,2 km/h)	average speed : 17 m/s (61,2 km/h)	20 - 30 m/s (72 - 108 km/h)	40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)
1951 GÉROUDET quoting WEITNAUER (1947)	6,1 m/s (22 km/h)	16,6 m/s (60 km/h)	55,5 m/s (200 km/h)	
1968 OEHME	8 - 14 m/s (28,8 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) average speed : 16 m/s (57,6 km/h)		
1972 WEITNAUER & BRUDERER in a graph using data from WEITNAUER (1947)	5,5 - 8,3 m/s (20 - 30 km/h)	9,7 - 18,0 m/s (35 - 65 km/h)	16,6 - 27,7 m/s (60 - 100 km/h)	30,5 - 45,8 m/s (110 - 165 km/h)
1972 WEITNAUER & BRUDERER in a graph using data from d'OEHME (1968)		11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h) average speed : 16 m/s (57,6 km/h)		
1980 WEITNAUER in "Mein Vögel" BAUER & BRUDERER 1972	5,5 - 8,3 m/s (20 - 30 km/h)	9,7 - 18,0 m/s (35 - 65 km/h)	16,6 - 27,7 m/s (60 - 100 km/h)	30,5 - 45,8 m/s (110 - 165 km/h)
1980 WEITNAUER & SCHERNER in GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER quoting WEITNAUER (1947) et OEHME (1968)	5 - 14 m/s (18 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h)		40 - 60 m/s (144 - 216 km/h)
1994 FRÉDÉRIC quoting WEITNAUER (1947)	5,5 m/s (20 km/h)	16,6 m/s (60 km/h)	55,5 m/s (200 km/h)	
1998 GÉROUDET & CUISIN quoting WEITNAUER (1947) et OEHME (1968)	5 - 14 m/s (18 - 50,4 km/h)	11 - 28 m/s (39,6 - 100,8 km/h)		60 m/s (216 km/h)
2000 DÉOM				44,4 - 55,5 m/s (160 - 200 km/h)
2001 BRUDERER & BOLD quoting OEHME (1968)		average speed : 16 m/s (57,6 km/h)		
2009 HENNINGS-SON quoting OEHME (1968)			maximum 28 m/s (100,8 km/h)	
2019 GORY			55,5 m/s (200 km/h)	
2021 MAINTIGNEUX		11,1 - 27,7 m/s ; (40 - 100 km/h) top speed > 55,5 m/s (200 km/h)		

2. Measuring flight speeds using radars

With the use of radar, measuring of flight speeds changes scale. Ground timing is done optically over colonies with the variety of social flights associated with breeding.

Radar displays mainly provide indirect observations of birds flying aloft day and night for night roosting or migration. As technical progress has been made (surveillance radar, then tracking radar), the identification of birds and the measurement of flight parameters (altitude, speed, etc.) have become increasingly precise.

2.1 (1955-1960) Emil WEITNAUER uses a surveillance radar

Since his 1947 article on the Common Swift's breeding, WEITNAUER has been particularly interested in the nocturnal aerial activity of swifts.

2.1.1 (1956) The first WEITNAUER data with a radar

In 1956, in a paper entitled "Zur Frage des Nächtigens beim Mauersegler V. Beitrag", WEITNAUER presents his first results obtained with the help of radar and aircraft at Zurich's Kloten airport during four nights in the summer of 1955 (28 June, 8, 11, 18 July).

WEITNAUER states:

1. The radar used is a surveillance radar.
2. The various echoes appear as points of light on the screen.
3. However, we don't yet know how large and dense a group has to be to produce an echo, and the radar gives no indication of the number or type of birds, so we can only conclude from the way the dot is moving that it is a bird.

4. Unfortunately the altitude cannot be read on the surveillance radar we use".

About speed, he writes:

"Calculating the speed of the flying clouds on the basis of the time data in the illustrations would not give a clear result, as we do not know whether the swifts are ascending or descending during their flight. Furthermore, we do not know their flight altitude, which is why wind cannot be taken into account. Nevertheless, the illustrations show that many flights probably move quite quietly (circling?) during the night and sometimes remain stationary. The speeds readable on the 'screen' were generally between 15 and 40 kilometres per hour, but from time to time a dot would pass by at 60-100 or even 160 km/h".

The above speed data will be partially corrected in a later publication (BRUDERER & WEITNAUER, 1972).

2.1.2 (1960) An initial review of WEITNAUER

En 1960, in a new article entitled "Über die Nachtflüge des Mauersegler, *Apus apus*", WEITNAUER reviews his research into the nocturnal flying activities of the Common Swift. He also took the opportunity to review the current state of knowledge on the subject.

In addition to observations in and over the colony, since 1950 (Weitnauer, 1952), flights in a small aircraft have confirmed that swifts spend the night flying high above the ground.

From 1955 onwards, a surveillance radar at Zurich airport was used to monitor nocturnal flights at altitude (Weitnauer, 1956).

From 1959, in addition to live observation using radar, the radar screen was filmed so that the swifts' nocturnal movements could be monitored and analysed in greater detail.

Certain technical improvements in radar enabled WEITNAUER to write:

"A special radar device also enabled us to take altitude measurements. In fine weather, with layers of warm air reaching high altitudes, the swifts climbed as high as 3,000 m above the ground. I can give the following information on the speed of swifts during their night flights, which however date back to the migration period: On the night of 6 to 7 August 1959, I followed ten echo points over a distance of 5 nautical miles (9.25 km). Speeds varied from 71.120 to 87.120 kilometres per hour, with an average of 80 kilometres per hour".

The above speed data will not be related to Common Swifts in a later paper (Bruderer & Weitnauer, 1972).

2.2 (1972) Bruno BRUDERER and Emil WEITNAUER use a tracking radar

2.2.1 Matérials and methods

In 1972, in a new paper entitled "Radarbeobachtungen über Zug und Natchflüge des Mauerseglers (*Apus apus*)", both authors use a tracking radar which has many advantages over the search radar used by WEITNAUER from 1955:

1. individual targets (birds) can be searched, selected and then tracked automatically;
2. bird species are identified with confidence;
3. flight parameters (path, bird speed, wind speed...) type of flight (flapping or gliding) and flapping frequency are recorded.
4. wind speed is measured using radar tracked balloons to calculate the actual air speed of the birds".

The data are mainly from the spring migration period 1971 (28 April-20 May: 160 individuals) and from 2 nights at the beginning of the autumn migration period

1970 (28-30 July: 39 individuals). The observations were supplemented by radar monitoring of swifts in daylight.

2.2.2 Results and discussion

In the analysis of their results, BRUDERER and WEITNAUER write:

"WEITNAUER (1956) showed, on the basis of observations made using the Klotten surveillance radar, that swifts only fly at a speed of 15-40 km/h in night flight. The new measurements taken using target-tracking radar confirm these results, with 88 non-migratory birds showing an average speed of 23.5 km/h and extreme values of 10 and 42 km/h respectively (**Figure 2**).

It is difficult to determine the speed of migrating swifts using surveillance radar, as radar does not allow targets to be recognised. Today, we assume that the high speeds of certain light spots moving in a straight line, which WEITNAUER (1956 and 1960) interpreted as possibly being migrating swifts, are rather due to migrating waders or other bird species migrating earlier in the year. In our material, we were unable to find any bird with a swift flight pattern that had a speed greater than 60 km/h. The average speed of 29 swifts considered to be migratory was 40 km/h (11.11 m/s)" (**Figure 2**).

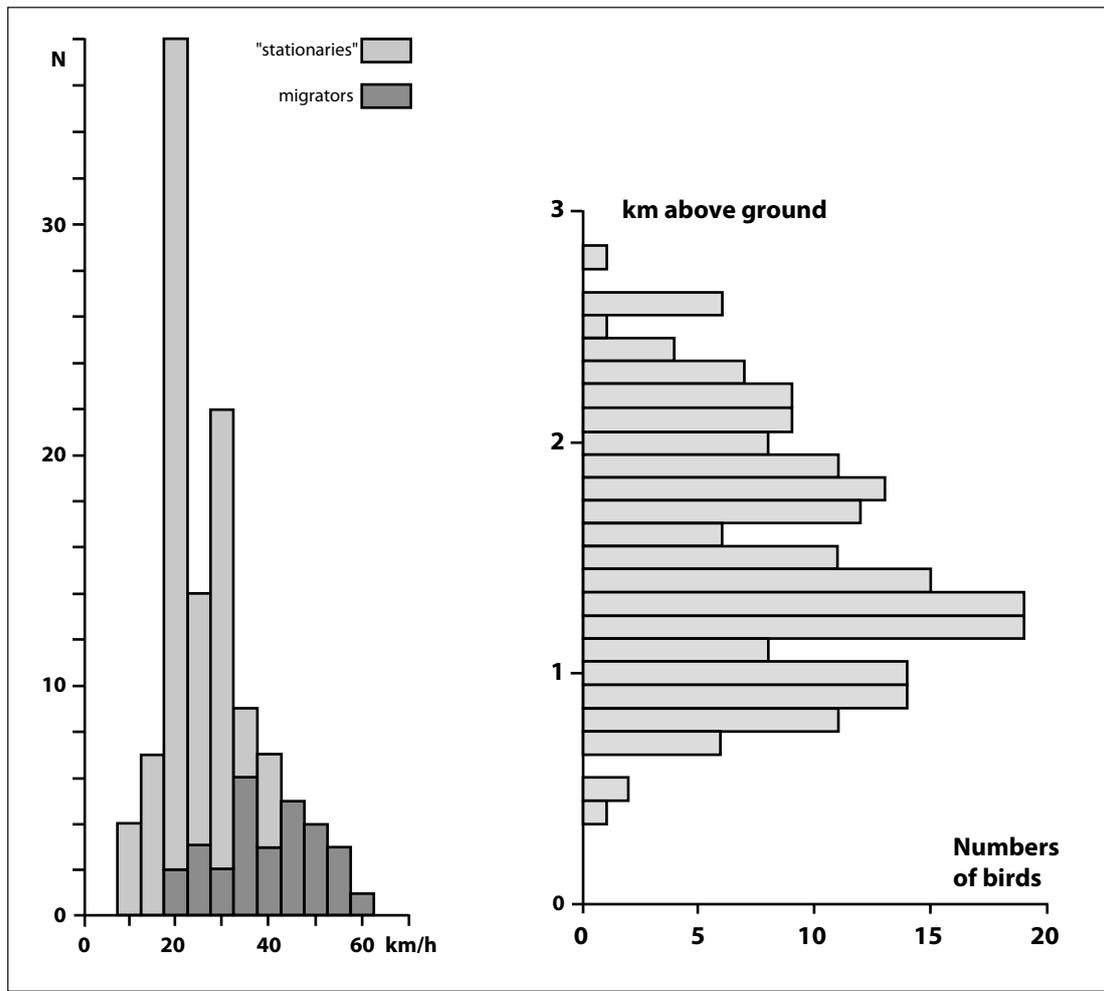


Figure 2. (from BRUDERER & WEITNAUER, 1972)
 On the left: flight speeds of night-flying swifts measured with tracking radar.
 On the right: altitude distribution of swifts in spring 1971 and on two nights in late summer 1970.



2.3 (2001) Bruno BRUDERER and Andreas BOLDT use a tracking radar

In 2001, in a paper entitled " Flight characteristics of birds: I. Radar measurements of speeds " both authors present an annotated list of flight speeds of 139 species of the Western Palearctic, mainly in migration.

2.3.1 Materials and methods

All measurements were taken with the same tracking radar and corrected for the wind influence with wind measuring balloons tracked by radar..

2.3.2 Results and discussion

Both authors write about the Common Swift:

"The flight speed is highly variable, depending on the actual behaviour. Bruderer and Weitnauer(1972)showedthatspeedsmeasured during roosting flights (likely to correspond to low values of *Vmp) vary around 6.4 m/s, while migratory speeds (probably **Vmr) vary around 11 m/s. The mean value of the present data (11.1/10.6 m/s) comprises about five times more (mainly migrating) individuals than the 1972 data set. Two released birds show only a slightly reduced speed (10.3/9.2 m/s)"

*Vmp : characteristic speed associated with a minimum power ("flapping flight"). Vmp is independent of the wind

**Vmr : speed associated with a minimum energy per unit distance. Vmr is a function of wind direction and speed.

They confirm earlier results (BRUDERER & WEITNAUER, 1972) on the speed of nocturnal roosting flight (6.4 m/s = 23 km/h) and on the speed of migratory flight (11 m/s = 40 km/h).

2.4 (2001) Johan BÄCKMAN et Thomas ALERSTAM use a tracking radar

In 2001, in a paper entitled "Confronting the winds: Orientation and flight behaviour of roosting swifts, *Apus apus*", both authors test the hypothesis that swifts are adapted to minimise energy expenditure during the nightly roosting flight and during a compensatory return flight if they are moved by the wind.

2.4.1 Materials and methods

The measurements are made at night with a tracking radar in Lund (Sweden) between 4 July and 5 August 1999.

2.4.2 Results and discussion

Both authors write:

"The true airspeed was, on average, 9.3m/s (table 1), which is faster than the value of 6.5m/s reported by Bruderer & Weitnauer (1972). The reason for this discrepancy is not entirely clear, but could, at least partly, be due to differences in the methods used to calculate the flight track. In our study we used 10-s intervals for speed calculations (based on five 2-s readings), while Bruderer & Weitnauer (1972) measured flight distances from a paper printout".

Both authors partly attribute the divergence of their results from those of BRUDERER and WEITNAUER, 1972 to a possible methodological difference in the calculation of flight paths.

2.5 (2009) Per HENNINGSSON *et al.* use a tracking radar

In 2009, in a paper entitled "Flight speeds of swifts (*Apus apus*): seasonal differences smaller than expected" both authors compare the nocturnal flight behaviors of the Common Swift according to the period and activity.

2.5.1 Materials and methods

Birds were followed from the University of Lund in southern Sweden during spring night migration, summer night roosting flights and autumn night migration. Flight speeds were compared with predictions from theories of flight mechanics and optimal migration.

2.5.2 Results and discussion

Results are presented in the **Table 5**.

Both authors write:

"Bruderer & Weitnauer (1972) studied the spring migration and summer roosting flights of swifts. In that study, the mean air speed was found to be 11.1ms⁻¹ during migration and 6.4ms⁻¹ during summer roosting flights, a finding that has been generally quoted in support of adaptive speed adjustment according to flight mechanical theory. In this study, we find a less pronounced difference

in flight speed between spring and summer. The difference in results between the two studies can, at least partly, be attributed to a difference in methodology; (i) spring migration was studied during night in this study and during day by Bruderer and Weitnauer, (ii) positions were logged every second in this study compared with every 20th second in the study by Bruderer and Weitnauer. Mean flight speeds during spring in the two studies are similar (10.6 compared to 11.1), suggesting that flight speeds are similar between night and day. During roosting flight, the birds typically fly along a very irregular path at very low ground speed, constantly orienting themselves towards the wind (Bäckman & Alerstam 2002). This circuitous track in combination with a lower position recording rate may have resulted in an underestimate of the length of the true flight path and thereby also the actual flight speed (BRUDERER & WEITNAUER,1972). On migration, the flight path is straight and the speed estimate is therefore accurately estimated also by recording one position every 20th second".

Table 5.

Ground and air speeds of Common Swifts on pre- and post-nuptial night migration flights and on summer night roosting flights, from HENNINGSSON *et al.*, 2009.

	Pre-nuptial nocturnal migration (May)	Nocturnal roosting (July)	Post-nuptial nocturnal migration (August)
Sample	n = 176	n = 311	n = 150
Average groundspeed	11,5 m/s (41,4 km/h)	6,4 m/s (23,0 km/h)	8,8 m/s (31,7 km/h)
Average airspeed	10,6 m/s (38,2 km/h)	9,0 m/s (32,4 km/h)	9,2 m/s (33,1 km/h)
Average altitude	980 m	1335 m	1374 m

3. Measuring flight speed using ornithodolite

As early as the 1970s, researchers sought to develop optical devices (double theodolites) inspired by surveyors' devices to determine the bird's position in space at each moment from the ground in order to establish the birds' paths and calculate the parameters of their flight (altitude, speed, etc.).

In 1982 then in 2013, PENNYCUICK improved the method, to which he gave the name "Ornithodolite".

But it seems that it was not until 2016 that this technique was used to measure the speeds of swifts in flight.

In 2017, Susanne ÅKESSON and Anders HEDENSTRÖM published a paper entitled "Adaptative airspeed adjustment and compensation for wind drift in the common swift: differences between day and night".

3.1 Materials, methods and results

" The Ornithodolite consists of Vectronix Vector 21 Aero binoculars (7 x 42 magnification) with three built-in sensors (a laser range finder, a magnetic compass and an elevation angle sensor). When tracking a bird the Vector buttons

are pressed to store time-stamped readings of distance, azimuth and elevation angles directly to a computer file. Each reading of a bird (or flock of birds) is called an 'Observation' of the bird's timed position in space with the observer in the origin, and a series of two or more observations of the same target is called a 'Run', which is used to calculate mean ground speed, vertical speed and track direction. Wind measurement is necessary to calculate airspeed and heading direction. We used a Gill Windsonic anemometer mounted on a 5 m mast in an unobstructed location near the Ornithodolite, which transmitted the reading to the computer at 1 s intervals via a pair of wireless modems (Hacom UM-96). Wind speeds above 15 m above the ground surface were measured by tracking the path of released helium-filled balloons with the Vector".

On the location, periods and swifts observed, the authors specify:

"Observations of migrating common swifts were made at Ottenby on the island of ~Oland in the Baltic Sea, off the east coast of southern Sweden.

The data were subdivided into spring migration (15-30 May), summer weather movement (8 July 2015) and autumn migration (26 July-12 August)" (**Table 6**).

Table 6.

Ground and air speeds of Common Swifts during pre- and post-nuptial diurnal migration flights and during summer meteorological diurnal flight, according to ÅKESSON et HEDENSTRÖM, 2017.

	Pre-nuptial diurnal migration (May)	Summer meteorological diurnal flight	Post-nuptial diurnal migration
Sample	n = 56	n = 29	n = 47
Average groundspeed	10,96 m/s (39,45 km/h)	5,62 m/s (20,23 km/h)	5,92 m/s (21,31 km/h)
Average airspeed	13,87 m/s (49,93 km/h)	11,22 m/s (40,39 km/h)	11,70 m/s (42,12 km/h)
Average altitude	35,5 m	31,6 m	52,4 m
Maximum altitude	81 m	100 m	310 m

3.2 Discussion

The authors write:

"Spring migration airspeeds were higher than those during summer weather movements and autumn migration, which is in agreement with previous observations (Henningsson *et al.*, 2009). Higher flight speeds during spring migration are consistent with predictions of time minimization and higher overall migration speed (Åkesson *et al.*, 2016; Åkesson, Klaassen, Holmgren, Fox, & Hedenström, 2012; Hedenström & Ålerstam, 1998). Flight

speeds during summer weather movement and autumn migration were very similar, suggesting these movements are moulded by similar criteria. The higher airspeed in spring was obtained by more continuous flapping flight over flap-gliding, but irrespective of season a high flight speed was related to higher incidence of flapping flight".



4. Measuring flight speed using 2 video cameras

In 2010, in a paper entitled "How swift are swifts *Apus apus*" Per HENNINGSSON, Christoffer JOHANSSON and Anders HEDENSTRÖM measured the flight speed of common swifts during screaming parties.

4.1 Matérials and methods

The speed measurements were made using two video cameras mounted on a beam on a tripod. The distance between the two cameras was 1400 mm and their relative angle difference to the beam was 7.0°. The frame rate was set at 200 Hz (200 fps).

After calibration of the two cameras, the comparison of the stereo images obtained with each of them allowed the calculation of the birds' speeds.

This study is based on the flight paths of 25 sequences of swifts in flight during screaming parties, filmed during one day at the end of June 2008. The average length

of the filmed trajectories was 1.95 m, and the trajectories were straight as the birds flew past the colony.

One day, 29 June 2008, with clear skies and quiet winds was chosen as the experimental day in order to minimise the effects of weather and wind on the flight behaviour of the birds.

4.2 Results

The authors write:

"On average the birds flew with a horizontal speed (V_h) of 20.9 ms^{-1} ($\pm 5.1 \text{ ms}^{-1}$, $n = 25$) ranging from 11.9 ms^{-1} to 31.1 ms^{-1} (112 km/h)"

4.3 Discussion

The authors write:

"The main focus of this study was the flight speeds of swifts during the special flight behavior referred to as 'screaming flight'. During these flights the birds appear to push themselves to perform at their maximum,



© Jean-François CORNUET

perhaps as some sort of display involving demonstration of flight strength towards other individuals. The results show that the birds do fly at high speeds during 'screaming parties', on average 20.9 ms⁻¹, which is roughly twice as fast as the average speed recorded on for example spring migration (Bruderer et Weitnauer 1972, Henningson et al. 2009). The maximum speed recorded in this study was 31.1 m/s (112 km/h), which is the highest yet recorded for a swift in self-powered flight (non-diving, cf. Oehme 1968, Bruderer et Weitnauer 1972)".

In 2010, it is the first time that speeds of some of the fastest Common Swift flights are measured with a rigorous methodology: self-propelled horizontal flights whose speeds are measured with high frequency stereo cameras.

Let us compare these results with those published by WEITNAUER and OEHME.

In 1947, WEITNAUER writes:

"But if they follow each other closely, I've often measured 20 to 30 m/s (72 to 108 km/h) in 100 measurements".

If we assume that this flight type corresponds to screaming parties, the speed range (72 to 108 km/h) is higher than the 2010 average of 75 km/h. This difference can be explained by differences in the methodologies:

1. the manual timing in WEITNAUER 1947 and the recording system with high frequency stereo cameras in HENNINGSSON et al. 2010;
2. the consideration of wind speed in 2010;
3. the possible impact of the characteristics of the measured chase flights (length, level path or not...) on the flight speed of the birds.

In the graph (**Figure 1**) published in 1972 by BRUDERER AND WEITNAUER, all flights with a speed greater than 100 km/h measured by WEITNAUER are diving flights.

In 1968, OEHME did not specify the flight type he was timing in the street "corridors". His primary objective was to obtain an average speed of movement in self-propelled level flight.

In the table of results of his measurements (**Table 2**), it can be assumed that the 9 measurements between 75.6 and 100.8 km/h may correspond to screaming parties.

5. Measuring flight speed using rotational stereo videography

In 2015, Emmanuel de MARGERIE *et al.* published a paper entitled "3D tracking of animals in the field using rotational stereo videography" where they present a new tracking method.

In 2018, applying this method to the foraging flight of the Common Swift, Emmanuel de MARGERIE, Cécile PICHOT and Tyson L. HEDRICK published an article entitled "Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*)."

5.1 Materials and methods (2015)

The authors write:

"The general principle of our method is to measure the position of an animal through its spherical coordinates, relative to the stationary observer (Fig. 1A). An angle measuring base (AMB), similar to a theodolite, records azimuth (a) and inclination (i) angles while the observer frames the moving animal in a viewfinder. Supported by tacheometer (or total station), but works at a higher sampling frequency (up to the video frame rate). Moreover, the embedded video record of the animal is used to extract additional behavioural data that can be combined with the tracking data.

There are two expected limits to this tracking method. First, the animal must remain visible during its movement; hence, the method only applies to terrestrial and aerial paths in open environments. The second limit results from the stereo-image-based distance evaluation: as uncertainty in terms of the distance measure increases quadratically with distance from the observer (Cavagna *et al.*, 2008), the range of the tracking device will be finite, restricting precise tracking to a given radius around the observer".

5.2 Materials and methods (2018)

The authors write:

"Here, we quantified swift flight trajectories by rotational stereo videography (RSV), which uses a camera and telephoto lens with a set of mirrors to combine views from two vantage points into one image, all mounted on an instrumented pivot to track individual birds during flight (de Margerie *et al.*, 2015)

Common swifts, *Apus apus* (Linnaeus 1758), were recorded at the Beaulieu University Campus in Rennes, France during six sessions between 17 June and 9 July 2015. Recordings were conducted between 09:00 h and 13:00 h from the second-floor balcony of a campus building using RSV (Fig. 1) with a DMC-GH4 camera (Panasonic, Osaka, Japan) and 200 mm f/4 Ai lens (Nikon Inc., Tokyo, Japan)

Local wind speed and direction in the horizontal plane were recorded by releasing and tracking a helium-filled balloon once per hour"

5.3 Results

By limiting ourselves to the mean speeds according to the flight type (flapping and or gliding), we can build the **Table 7**.

These speeds were measured and calculated only during **foraging flights over the colony**.

However, the authors mention another interesting fact:

"Highly swept wings were also repeatedly observed when the bird dived toward its nest at the end of a foraging flight, attaining equivalent airspeeds up to 22.9 m/s (82,44 km/h)".

Table 7.

Average airspeeds of Common Swifts in flapping and/or gliding foraging flight from de MARGERIE, PICHOT ET HEDRICK, 2018.

	Flapping flight	Gliding flight	Flapping and gliding flight
Sample	n = 72	n = 73	n = 73
Average airspeed	10,1 m/s (36,4 km/h)	9,5 m/s (34,2 km/h)	9,7 m/s (35,0 km/h)

5.4 Discussion

1. **For gliding**, the authors compared their results with those obtained by various authors in wind tunnels.

They write:

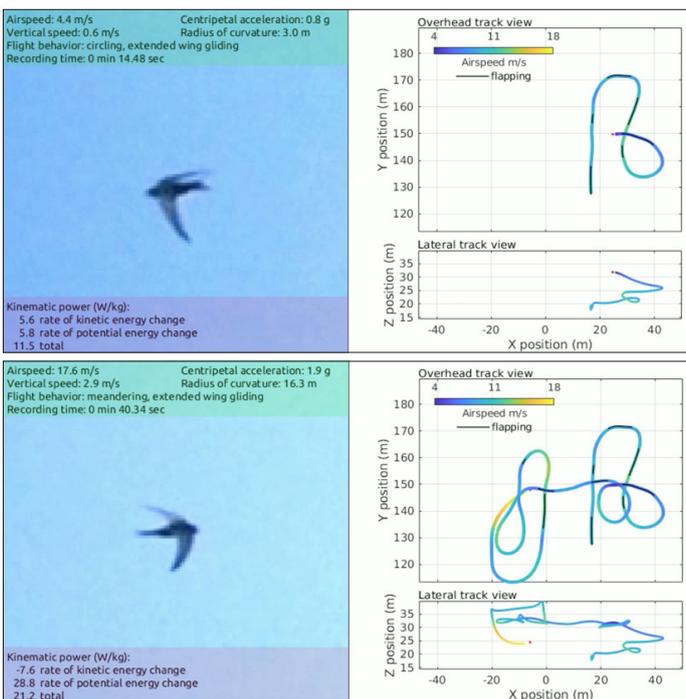
"The values measured from freely behaving wild birds are similar to those from wind tunnels with the best agreement among the studies in the minimum sink rate and maximum lift to drag ratio, but slightly more variation in the exact speeds at which those were reached. Our free-flight results typically show the slowest maximum duration speed and a greater range between the maximum duration and maximum range speeds, suggesting a slightly more varied performance envelope than was revealed by wind tunnel studies involving fewer birds".

2. **For diving toward the nest**, this is the first data (22.9 m/s = 82.44 km/h) obtained with a precise methodology.

A video with commentary is included with the paper :

<https://movie.biologists.com/video/10.1242/jeb.186270/video-1>

This video shows the continuous evolution of the parameters along the trajectory of a mainly foraging flight. Over the 68 seconds of the video, the instant speed of the bird in relation to the air (Airspeed) changes 370 times. The mean speed is 10.10 m/s (36.36 km/h) with a minimum value of 4.4 m/s (15.84 km/h) and a maximum value of 17.6 m/s (63.36 km/h).



Minimum airspeed: 4,4 m/s (15,84 km/h) during prey catching

Maximum airspeed: 17,6 m/s (63,36 km/h) during foraging

6. General discussion

Four main rigorous methodologies have thus far made it possible to measure certain average and maximum speeds of Common Swift flights.

Tracking radar (since 1972) is the tool best suited to measuring the flight parameters of swifts at altitude during nocturnal roosting flights and diurnal or nocturnal, prenuptial or postnuptial migratory flights.

The ornithodolite (2017), the stereo system with 2 video cameras (2010) and the VSR or rotational stereo videography (2018) are equipment and methods that are suitable for measuring the flight parameters of swifts passing within sight of a terrestrial observer. They are beginning to provide information on the

various diurnal flights: close to the ground migration flights, foraging flights and social flights (screaming parties).

None of these methods is simple to implement. Reading the scientific articles that describe them shows that they each require solid skills in physics, mathematics and computing, not forgetting a certain skill on the part of the operator for the methods that require continuous monitoring of the swift in the air.

If we take into account only recent measurements of mean air speeds obtained using these rigorous methodologies, we can construct the

Table 8.

Table 8.
Average airspeeds of common swifts in different types of flight

	Average airspeeds	Publication
Foraging flight in the colony	10,1 m/s (36,4 km/h)	Hedrick, T., Pichot, C. and de Margerie, E. 2018
Flight during screaming parties in the colony	20,9 m/s (75,2 km/h)	Henningsson, P. et al. 2010
Nocturnal summer roosting flight at altitude	9 m/s (32,4 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Nocturnal pre-nuptial migratory flight at altitude	10,6 m/s (38,2 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Diurnal pre-nuptial migratory flight at altitude	no data	
Diurnal pre-nuptial migratory flight close to the ground	13,9 m/s (49,9 km/h)	Hedenström, A., and Åkesson, S. 2017
Nocturnal post-nuptial migratory flight at altitude	9,2 m/s (33,1 km/h)	Henningsson, P. et al. 2009
Nocturnal post-nuptial migratory flight close to the ground	no data	
Diurnal post-nuptial migratory flight close to the ground	11,7 m/s (42,1 km/h)	Hedenström, A., and Åkesson, S. 2017

This bibliographical study, which is certainly incomplete, shows us that measuring the flight speeds of the Common Swift is a difficult task. It is first necessary to specify what we want to measure and how.

1. Groundspeed or airspeed.

Groundspeed is what we are used to seeing on the speedometer of a motor vehicle. It is also the speed we perceive when we see a bird moving across the sky. This is the speed measured by WEITNAUER in 1947 above his colony.

Measuring a bird's airspeed means calculating its own speed in relation to the mass of air in which it is moving. Its calculation therefore takes into account the wind speed, which must be measured at the same time as the groundspeed. On long migratory flights with strong tailwinds, the groundspeed can be twice as high as the airspeed.

As early as 1968, OEHME was aware of this problem, which he resolved simply by choosing to carry out his measurements in calm weather with no wind. Subsequently, other researchers continued to measure the wind either using anemometers close to the ground or by radar or video tracking of balloons at altitude.

2. Speed of the bird along a horizontal path.

To establish the bird's muscular performance, speed must be measured along a horizontal path. This is what OEHME called "self-propelled flight" in 1968.

In fact, in flight with a path inclined downwards, right up to diving flight, the bird uses the force of gravity to a large extent, converting potential energy into aerodynamic work.

3. Precise nature of the flight whose speed is to be measured.

The nature of a flight may be easy to identify: foraging flight with visible captures, group flight such as screaming parties, etc.

The nature of the flight may be more difficult to identify: in July at high altitude and at night, it is necessary to be able to distinguish on the radar screen between local birds in roosting flight and those actively migrating, etc.

4. Use of a precise measurement method, which must be presented in detail in the publication.

On this methodological point, WEITNAUER's publication (1947) is imprecise. For example, he did not indicate the exact distance over which he measured his time. This is all the more important as the speeds measured are very high (200 km/h).

These problems are well known in competitive sport for sprint races such as the 100 m, where the speeds measured do not exceed 37.5 km/h: "the International Association of Athletics Federations now specifies that times are only approved if fully automatic timing has been used, if the favourable wind speed is less than 2.0 m/s and if there has been no doping".

WEITNAUER was a great ornithologist and his research on his favourite bird is a remarkable contribution to our knowledge of the biology of the Common Swift.

This bibliographical study is not a "malicious" criticism of either the work on speed published by WEITNAUER in 1947 or the authors who quoted him and thus validated his data.

Among them, GÉROUDET and GLUTZ VON BLOTZHEIM published reference works on European ornithology which have served as reliable bibliographical resources for many authors.

Let's go back to the initial question of this study: why in 2024 do some authors still consider that the Common Swift is capable of flying at more than 200 km/h? Quite simply because reliable authors such as GÉROUDET and GLUTZ VON BLOTZHEIM have validated this 200 km/h speed.

Let's summarise the evolution of the literature on the subject of 200 km/h in 8 key dates:

1947 - WEITNAUER

In his first paper on swifts, "Am Reste des Mauerseglers *Apus apus*", published in 1947, WEITNAUER mainly describes the reproduction of the Common Swift. Of the 50 pages of the paper, only 2 pages are devoted to swift speeds and flight performance. Various speeds are measured, including the famous 200 km/h.

At the end, he admits in all honesty:

I'm aware that my measurements with rudimentary tools cannot be error-free. But I did get an indication of their flying speed. - Let's hope that a reader with better measuring equipment will manage to get accurate measurements - not only their agility, but also their speed of flight is astonishing.

1951 - GÉROUDET

In 1951, in the first edition of *LA VIE DES OISEAUX Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*. GÉROUDET quoted and validated the timing data of WEITNAUER (1947). The text will be the same in the various editions of his remarkable books, which are and will remain for a long time to come the bedside books of French-speaking ornithologists.

1956 - LACK

Unlike GÉROUDET, in his famous monograph on the Common Swift (*Swifts in a Tower*) LACK does not quote, and therefore does not validate, the data of WEITNAUER,

whose 1947 article is nevertheless included in the bibliography of the pages that LACK devotes to the flight.

LACK even writes :

"The swift's highest speed on a short burst has never been measured".

It is likely that he has problems with WEITNAUER's methodology.

1968 - OEHME

In his study of the flight of the Common Swift "Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*)", OEHME requires an average speed of swift flight. Rather than using WEITNAUER's data, he preferred to carry out his own timing measurements. He added two important conditions: low wind and horizontal path. Out of 41 measurements, he obtained a maximum speed of 100.8 km/h.

1972 - BRUDERER & WEITNAUER

In an paper mainly devoted to radar observations of the migration and night flight of the Common Swift, "Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers, *Apus apus*", the two authors review the speed data obtained by WEITNAUER (1947) and OEHME (1968).

They present this old data in graphical form (**Figure 1**).

It shows more clearly than in 1947 that:

1. the WEITNAUER data above 100 km/h are speeds measured during diagonal downward air games.
2. the histogram of WEITNAUER's data stops at 165 km/h. There is no longer any mention of the 200 km/h of 1947. Was this "correction" made following exchanges between WEITNAUER and BRUDERER?

This 1972 paper marks an evolution in WEITNAUER's 1947 data.

1980 - WEITNAUER in his monograph on the Common Swift

When, in 1980, WEITNAUER published his monograph on the common swift (*Mein Vögel*) under his own name, he confirmed his change of opinion by repeating almost literally the sentences and graphics from the 1972 paper.

1980- WEITNAUER in Vol. 9 of "Glutz"

In 1980, Vol. 9 of Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Akademischer, Wiesbaden, 1980) was also published.

Emil WEITNAUER and Erwin SCHERNER are the authors of the chapter on the Common Swift.

Their monograph is supervised by co-authors GLUTZ VON BLOTZHEIM and BAUER.

Page 697 contains the sentence:

Gliding generally reaches 5-14 m/sec, powered flight 11-28 m/sec, and flight games up to 40-60 m/sec (Weitnauer, 1947, Oehme, 1968 b).

These numerical data correspond to a "synthesis" between the data of

WEITNAUER (1947) and those of OEHME (1968). Unlike WEITNAUER's monograph, the extreme speeds (40 - 60 m/s or 144 - 216 km/h) are quoted and validated by GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER.

1998 - GÉROUDET & Michel CUISIN

In the latest edition of GÉROUDET's *LA VIE DES OISEAUX Les Passereaux, tome 1, du Coucou aux Corvidés*, revised by CUISIN, the above speed data from the 1980 "Glutz" are quoted and validated.



© Jean-François CORNUET

Conclusion

How should we approach the problem of the speed of Common Swift flights today? It all depends on the nature of the publication.

In a scientific research paper, the authors who approach or deal with the subject are supposed to be familiar with the evolution of ideas on this complex issue. They know how to make judicious choices in the use of their sources.

In a popularisation publication, it is normal for the majority of authors to place their trust, in good faith, in people whose seriousness and ornithological skills are recognised by the scientific community.

If GÉROUDET, quoting WEITNAUER's timekeeping (1947), has validated since 1951, in the various editions of his books on the Life of Birds, that swifts are capable of reaching speeds of 200 km/h, why should we doubt it today?

If in 1980, GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, in the Handbuch der Vögel Mitteleuropas, a reference work on European avifauna, quoted and validated all of WEITNAUER's (1947) measurements, including the speed of 216 km/h, why should we doubt it today?

After reading the various papers and books cited in this study, I'd like to offer a few final thoughts of my own.

1. Only 2 authors have published timings (Weitnauer, 1947 and Oehme 1968) which are still used as references in popular publications today. These 2 authors took their measurements during the breeding season in a colony with different research objectives.

I think that manual timing can give a good overview of speeds up to 100 km/h (the maximum speed measured by OEHME

is 100.8 km/h). Speeds above 100 km/h obtained by WEITNAUER are more open to dispute (see the evolution of WEITNAUER's thinking on his data).

2. Only two studies on airspeeds have been carried out using other methods **in a colony**:

2010 - HENNINGSSON et al. measured flight speeds during **screaming parties** considered to be among the swifts' fastest flights.

Minimum speed: 43 km/h

Average speed: 75 km/h

Maximum speed: 112 km/h

2018 - deMARGERIE et al. measured speeds during **foraging flights over a colony**.

Minimum speed: 16 km/h

Average speed: 36 km/h

Maximum speed: 63 km/h

(data from the video published as an example).

3. All the measurements in the other studies cited were made on swifts:

- either at altitude (radar) in nocturnal roosting flight or in migratory flight by day or night ;
- or close to the ground (ornithodolite) during daytime migratory flight.

These studies mainly provide **average speeds of migratory movements**.

Table 4 gives average air speeds of between **30 and 50 km/h**.

We have already noted that during long migratory flights with strong tailwinds, the speed of flight relative to the ground could reach twice the speed relative to the air.

4. I don't know whether a common swift is capable of flying at 200 km/h or more (groundspeed or airspeed) because this 200 km/h has never been measured rigorously. Do we even know whether the swift's body is capable of

withstanding such speeds?

Like other authors (Andrew LACK...), I note that, in self-propelled flight, the fastest speed to date (112 km/h) is that measured by HENNINGSSON et al. in 2010.

5. It is quite possible that swifts are capable of reaching speeds in excess of 112 km/h during diving flight. To find out, we need to develop precise and indisputable measurement methods.

6. For several years, my daily observations over a colony while filming swifts showed me that swifts had extremely variable flight speeds, as they were notably capable of lightning acceleration in their social

interactions and masterful braking to enter the nesting cavities.

This analysis comes to a temporary halt, pending new publications of measurements that innovative technologies will make possible in the years to come.





References

- ÅKESSON, S. & HEDENSTRÖM, A. 2017.** Adaptive airspeed adjustment and compensation for wind drift in the Common swift: differences between day and night. *Anim. Behav.* 127, 117 - 123 [link](#)
- BÄCKMAN, J. & ALERSTAM, T. 2001.** Confronting the winds: Orientation and flight behaviour of roosting swifts, *Apus apus* *Proc R Soc Lond B* 268: 1081 - 1087 [link](#)
- BRUDERER, B. & BOLDT, A. 2001.** Flight characteristics of birds: I. radar measurements of speeds *Ibis* 143: 178 - 204 [link](#)
- BRUDERER, B. & WEITNAUER, E. 1972.** Radarbeobachtungen über Zug und Nachtflüge des Mauerseglers (*Apus apus*). *Rev. Suisse Zool.* 79: 1190-1200 [link](#)
- DE MARGERIE, E., SIMONNEAU, M., CAUDAL, J.-P., HOUELIER, C. AND LUMINEAU, S. (2015).** 3D tracking of animals in the field using rotational stereo videography. *J. Exp. Biol.* 218, 2496-2504 [link](#)
- DÉOM, P. 2000.** *La Hulotte* n° 78 L'Arbalétrier. Boulton-aux-bois, France www.lahulotte.fr
- GENTON, B. et JACQUAT, M.S., 2016.** *Martinet noir : 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
- GÉROUDET, P. 1998.** *Les Passereaux d'Europe, tome 1, des coucou aux Merles*. Delachaux et Niestlé, Lausanne & Paris
- Edition updated by Michel CUISIN
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & BAUER, K. M. 1980.** *Handbuch der Vögel Mitteleuropas Band 9 Columbiformes - Piciformes*. (Akademischer, Wiesbaden)
- GORY, G. 2019.** Quel avenir pour le Martinet noir ? *L'OISEAU MAG La revue nature de la LPO* 134 : 40 - 51
- FRÉDÉRIC, L. 1994.** *Le Martinet noir*. Éveil Éditeur, Saint-Yrieix
- HEDRICK, T., PICHOT, C. AND DE MARGERIE, E. 2018.** Gliding for a free lunch: biomechanics of foraging flight in common swifts (*Apus apus*) *J Exp Biol.* 221, jeb186270 [link](#)
- HENNINGSSON, P. ET AL. 2009.** Flight speeds of swifts (*Apus apus*): seasonal differences smaller than expected. *Proc. R. Soc. B* 276: 2395 2401 [link](#)
- HENNINGSSON, P. ET AL. 2010.** How swift are swifts (*Apus apus*)? *J. Avian Biol* 41, 94-98 [link](#)
- LACK, D.** *Swifts in a Tower* London, UK: Unicorn publishing Group Édition de 1968 Edition updated by Andrew LACK
- OEHME, H. 1968.** Der Flug des Mauerseglers (*Apus apus*). *Biol. Zentralblatt* 87 : 287 - 311 [link](#)
- WEITNAUER, E. 1947.** Am Neste des Mauerseglers, *Apus apus* (L.) *Orn. Beob.* 44: 133 - 182 [link](#)

WEITNAUER, E. 1952. Uebernachtet de Mauersegler, *Apus apus* (L.) in der Luft *Orn. Beob.* 49: 37 - 44 [link](#)

WEITNAUER, E. 1956. Zur Frage des Nächtigens beim Mauersegler, 5. Beitrag. *Orn. Beob.* 53: 74 - 79 [link](#)

WEITNAUER, E. 1960. Über die Nachtflüge des Mauerseglers, *Apus apus*. *Orn. Beob.* 57: 133 - 141 [link](#)

WEITNAUER, E. 1980. *Mein Vögel* - Aus dem Leben des Mauerseglers. Basellandschaftlicher Natur- und Vogelschutzverband BNV



Acknowledgements

I would like to thank Bernard GENTON and Ulrich TIGGES for our regular exchanges, the relevance of their comments, the sharing of their extensive knowledge of swifts and the provision of their bibliographical resources.

For references :

CORNUET, J.F. 2024.
How fast does the Common Swift
(*Apus apus*) fly ?
Chronological bibliography
Plume de Naturalistes 8 : 93-124.

To download all the papers
of *Plume de Naturalistes* :
www.plume-de-naturalistes.fr

ISSN 2607-0510

Pose d'un microphone en canopée : une méthode rapide et facile.

Par **Michel Barataud**
michel.barataud1@orange.fr



Les écoutes actives et les enregistrements passifs de chiroptères, grâce à des détecteurs d'ultrasons, se multiplient dans de nombreux habitats de chasse et notamment en milieu forestier qui concentre souvent (selon son contexte et son degré de naturalité) beaucoup d'espèces et une forte activité de chasse. Or, plusieurs études (BARATAUD & GIOSA, 2021 ; COLLINS & JONES, 2009 ; DUBOS, 2016, 2020 ; ERASMY *et al.*, GRANDJEAN, 2011 ; PLANK *et al.*, 2012 ; RIEGER & NAGEL, 2007) montrent que l'activité dans la partie haute des frondaisons est importante, et qu'une bonne part des émissions acoustiques en canopée n'est pas audible depuis le sol. S'il est toujours possible, pour un observateur formé et équipé, de grimper physiquement dans un arbre, cette technique est lourde et ne permet pas d'atteindre la lisière sommitale. Par ailleurs, l'usage d'une perche télescopique au bout de laquelle le micro est fixé, présente aussi des difficultés logistiques et ne permet pas de dépasser 12 à 15 mètres de hauteur.

Nous présentons ici une technique inspirée d'un programme d'études sur les rapaces forestiers mené en Limousin depuis 1975 par Thérèse NORE (1999), qui permet d'équiper rapidement un arbre pour hisser ensuite le matériel adéquat (une échelle de spéléologie en l'occurrence pour le baguage des jeunes rapaces au nid) à la hauteur désirée jusqu'à 50 m ou plus si nécessaire. Ayant participé à ce programme durant plusieurs années, la transposition a été spontanément imaginée en 2013 lorsqu'il s'est agi de positionner des microphones en canopée pour la partie finale de notre programme d'études sur les chiroptères forestiers (BARATAUD & GIOISA, 2021).

Matériel et méthode

Le principe est de tout effectuer depuis le sol, de l'installation jusqu'aux relevés acoustiques.

Selon la strate qu'il désire étudier, l'observateur doit d'abord sélectionner un arbre à équiper et le point d'accroche en hauteur, qui peut aller d'une fourche de charpentière (pour la strate intermédiaire) aux fines branches sommitales (diamètre minimal de quelques millimètres selon le poids du câble et du micro). Un fil sera passé par-dessus la branche choisie, effectuant un aller-retour vertical depuis le sol, permettant ensuite de hisser le microphone jusqu'à la hauteur désirée. Les nombreux détails pratiques et précautions décrites ci-après ne doivent pas laisser supposer une grande difficulté et un temps conséquent : après découverte du matériel, en quelques essais l'expérience est acquise ; un arbre est alors équipé en moyenne en 20 minutes (le choix de la branche et de l'angle de tir conditionnent en grande partie un succès immédiat) ; lorsqu'un arbre reste équipé pour une répétition d'écoutes, la mise en place du micro prend à peine 5 minutes. C'est donc une méthode très rapide.



Figures 1a.

Phase de tir au lance-pierre (modèle de tir sportif acheté dans le commerce) ; Azay-le-Ferron (36), septembre 2017.

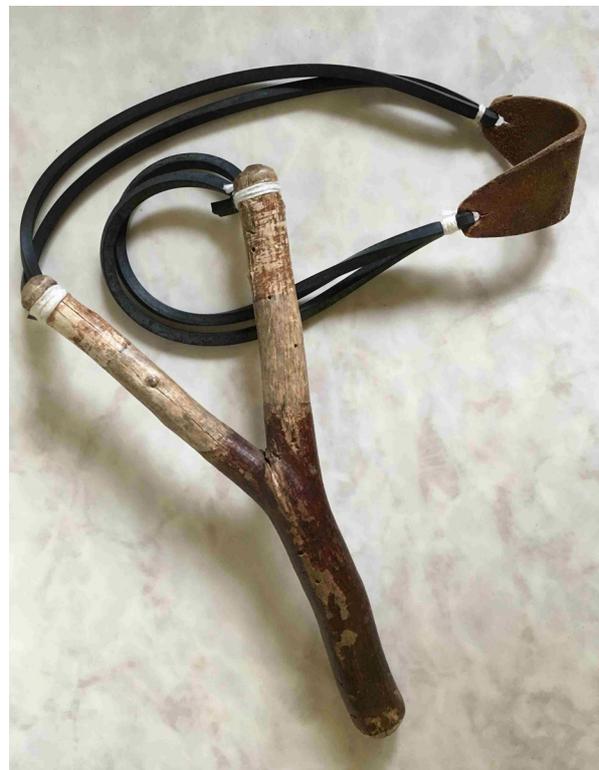


Figure 1b.

Lance-pierre «fait maison», avec fourche en bois et élastique carré.

Matériel nécessaire

- **propulseur** : pour des points d'équipement inférieurs à 25 m de hauteur, un lance-pierre suffit (**Figures 1a et 1b**) ; il peut être acheté¹ ou fabriqué avec une fourche en bois, une bande de cuir et de l'élastique carré que l'on double pour plus de puissance (mais ce dernier semble actuellement difficile à trouver dans le commerce). Pour des canopées plus hautes, il faut utiliser un big-shot d'élagueur² (**Figure**

1 voir <http://lance-pierres.fr/> ou contacter Gilles Altenbach, altenbach.gilles@orange.fr

2 <https://equipeur.fr/fr/sac-a-lancer-et-accessoires/2290-catapulte-big-shot-notch.html>



Figure 2. Phase de tir au big-shot ; noter la position du lanceur, avec fourche dirigée vers l'avant ; Bellebouche (36), septembre 2020.

2), plus puissant et assez précis (mais plus encombrant !)

- **poids** : il faut atteindre le compromis idéal entre un poids assez léger pour permettre une propulsion à une hauteur suffisante, et assez lourd pour que le poids redescende du point haut malgré la contrainte de la friction du fil sur les branches. Avec le lance-pierre, une olive de pêche en plomb de 60 g est parfaite (**Figure 3a**). Grâce à la puissance du big-shot, on peut se permettre d'utiliser un poids de 120 g (il en existe en forme d'anneau, disponible en magasin de pêche, voir **Figure 3b**). Quel que soit le poids utilisé, il est bon de le peindre de couleur vive (ou d'attacher à l'anneau une lanière fluo par exemple : souvent le poids s'enfonce dans la litière ou le sol mou !) afin de mieux le retrouver au sol lorsque le fil de tresse a cassé lors du lancer (cela arrive notamment lorsque le fil, mal positionné au départ, s'emmêle aux lanières élastiques du lanceur) ; il est prudent d'en avoir plusieurs de rechange en cas de perte ;
- **canne + moulinet + fil** : on utilise un premier segment de canne à pêche, sur lequel est fixé un moulinet de lancer.



Figure 3a. Olive de pêche en plomb, percée pour le passage du fil.



Figure 3b. Anneau de pêche en plomb de 120 g ; le fil de tresse doit être passé dans le trou central pour plus de solidité.

Plutôt que du fil de nylon (un peu plus lourd) on peut garnir le moulinet avec du fil de tresse qui est à la fois léger, souple et résistant (longueur minimale 100 m ; diamètre 28 centièmes de mm pour le lance-pierre, plus pour le big-shot ; certains sont teintés d'une couleur vive ce qui permet un meilleur repérage de son passage dans les branchages) ;

- **cordelette nylon ou ficelle de lieuse agricole** : elle sert d'intermédiaire entre le processus de rembobinage du fil de tresse (qu'elle remplace) et celui de hissage du câble + micro. L'avantage du fil de lieuse agricole (taille 750m/kg) est son faible coût, qui permet d'acquérir chez les fournisseurs en gros une bobine de 10 km : selon l'usage plus ou moins intensif et régulier que l'on en aura, sa bonne résistance permet de la laisser en place (les deux bouts attachés dans la végétation à faible hauteur) sur les stations d'écoute pour répétition des inventaires (certaines durant notre étude ont tenu plusieurs années). Si l'on veut la laisser ainsi en place, il faut trouver de la lieuse de couleur noire, très discrète en sous-bois. Le plus pratique pour le terrain est de préparer une bonne longueur de ficelle (200 m par exemple, pour équiper trois stations) enroulée sur une planchette légère d'Isorel (40 x 25 cm) qui facilitera le déroulage et l'enroulage sur le terrain (**Figure 4**) ;
- **câble rallonge pour microphone** : selon le type de détecteur actif (avec micro détachable : Active Recorder développé par Jean-Do Vrignault <https://framagit.org/PiBatRecorderPojects> ou Petterson D1000X <https://batsound.com/product/d1000x-ultrasound-detector/>) ou d'enregistreur passif, on prendra le câble recommandé voire fabriqué par le constructeur. Une longueur de

30 m est suffisante pour la plupart des forêts feuillues européennes ; des tests ont montré qu'aucune perte d'intensité n'est mesurée jusqu'à au moins 100 m de câble. Il est nécessaire de fabriquer un enrouleur rotatif : pour préserver la durée de vie du câble et ses connectiques, pour faciliter son déroulage et enroulage sans aucune torsion, pour faciliter son rangement dans un sac à dos (**Figure 5**) ;

- **accessoires divers** : une paire de jumelles est très utile pour juger du bon passage de la tresse dans les branches. Lorsqu'on équipe plusieurs



Figure 4.

Planchette pour le déroulage et le rembobinage de la ficelle (ici de la lieuse agricole noire).

arbres pour effectuer des points d'écoutes consécutifs, des courtes bandes de rubalise attachées sur la végétation permettent de retrouver plus facilement les stations dans la nuit. Un support à angle droit (équerre en métal par exemple) permet de fixer le micro de telle manière qu'il soit quasi horizontal lorsqu'il est positionné en hauteur (Figure 6). Un symbole directionnel en bande de ruban adhésif réflecteur (Figure 6), sur le microphone de canopée et son support permet de juger, avec une lampe torche la nuit, de la direction du micro : en cas d'écoute au sol simultanée, on pourra ainsi diriger le micro du bas horizontalement, dans la direction opposée à celle du haut, pour limiter le recouvrement des deux stations d'écoute, donc le taux de redondance de contacts enregistrés par les deux micros (ces contacts seront souvent inclassables selon leur

strate d'émission).

Equipement de l'arbre

- **choix de l'arbre** : les caractéristiques de rugosité de l'écorce et de flexibilité des rameaux sont autant d'avantages ou d'inconvénients souvent non cumulables : l'écorce ravinée des Chênes entrave la fluidité du glissement de la tresse et de la ficelle, au contraire de l'écorce lisse du Hêtre ; mais ce dernier a des rameaux terminaux plus denses et souples, qui cisailent plus vite la ficelle, par frottements répétés, en cas de vent : l'équipement d'un chêne est souvent plus durable. Un arbre émergeant de la canopée moyenne (configuration en nappe cloquée, qui se rencontre en futaie irrégulière mature ou en taillis sous futaie) offre l'avantage d'élargir le choix de la hauteur d'équipement : légèrement au-dessus de la lisière horizontale, ou plus bas. Par ailleurs, il



Figure 5.

Enrouleur « fait maison » pour le câble de 30m adapté au micro Pettersson D1000X. Les poignées sont libres en rotation ; les deux poignées centrales servent au déroulage lors de la montée du micro (par frottement des mains tenant les poignées contre les côtés du cadre en bois, on peut contrôler la vitesse de rotation de l'ensemble) ; les deux poignées latérales servent à l'enroulage lors de la descente du micro.

faut veiller à ce que le sous-bois soit facilement praticable en dessous de la zone d'équipement : effectuer les manipulations sur une rupture de pente avec un talus abrupt, ou sur un sol garni de ronces ou d'arbustes épineux ne facilite pas la tâche ! Il est difficile, voire impossible parfois, d'équiper des résineux autres que les Pins, car ils sont souvent très densément branchus sur une bonne portion de leur hauteur, ce qui entrave la montée et la descente du micro : équiper des mélézins, sapinières ou pessières purs est toujours compliqué ;

- **choix de la branche** : l'idéal est de passer par-dessus une haute branche dirigée en diagonale ou presque à l'horizontale ; le fil y circule ensuite sans trop de frottements, et cela autorise une fenêtre de tir plus large qu'une



Figure 6.

Micro de Pettersson D1000X fixé (vis + ruban adhésif) sur sa potence (petite équerre en métal) pour le maintenir horizontal ; le corps et la membrane du micro sont protégés par un manchon en plastique ; du ruban réflecteur oriente le manchon (2 lignes) et la base de l'équerre (1 ligne), donnant un code pour la direction du micro visible de nuit grâce à une torche.

fourche à angle fermé (qui est aussi plus susceptible de freiner voire coincer la tresse et la ficelle). Il faut veiller aussi à ce qu'aucun obstacle difficilement contournable se trouve à la verticale de la branche, ce qui viendrait gêner ou empêcher la montée et la descente du micro. Cependant, si l'écoute en canopée est doublée d'une écoute simultanée au sol (ce qui est pertinent pour apprécier la différence d'activité selon la strate), un léger écran de feuillage à la verticale de la branche équipée atténuera les redondances de contacts entre sol et canopée ;

- **choix de l'angle de tir** : le poids est attaché à la tresse grâce à un nœud simple de bas de ligne pour la pêche : l'extrémité du fil est nouée en boucle fermée que l'on passe dans le trou du poids puis que l'on replie sur ce dernier en l'entourant : facile et rapide à fixer et enlever sans dénouer quoi que ce soit). Penser que le poids sera à récupérer à un point de chute à l'opposé du poste de tir, dans cette direction le sol doit être praticable pour aller chercher le poids. Il est préférable de tirer avec un angle proche de la verticale, sinon l'orbe ouverte effectuée par le poids risque de le déporter à plusieurs dizaines de mètres derrière l'arbre, et d'englober au passage de nombreuses branches des arbres voisins ; l'idéal est donc de doser l'angle et la force du tir de façon à passer juste au-dessus de la branche choisie puis de retomber derrière : une question d'habitude (et de chance aussi !). Lorsqu'on utilise le big-shot, la visée latérale (azimut) est indiquée correctement par le mât de l'appareil, mais la visée verticale (élévation) est indiquée par les lanières élastiques (la fourche étant tournée vers l'avant) : il faut donc toujours redresser un peu le mât en arrière par

rapport à la direction qu'il indique. Bien sûr, un entraînement de tir sur différents arbres, en préambule de l'étude, n'est pas superflu ;

- **lancer du poids** : (partie demandant le plus d'attention et de vérifications préalables pour éviter la casse et les essais infructueux : chaque détail compte !) ; il est plus simple d'être à deux personnes : l'une tient le propulseur, l'autre la canne et son moulinet (à défaut, la canne peut être plantée dans le sol). La canne doit être pointée en direction de la branche à équiper, et positionnée légèrement en avant du lanceur ; veiller à ce que le fil de tresse, ni trop lâche ni trop tendu, ne soit pas sur la trajectoire des lanières (le mieux est de le faire passer en avant, d'où l'intérêt de positionner la canne un peu devant le propulseur) lorsqu'elles se détendront: sinon il peut s'em mêler dedans, casser, et le poids projeté sans son fil sera souvent introuvable dans la litière du sous-bois. Lorsque le lancer est prêt (visée effectuée, moulinet basculé), le signal doit être donné juste avant pour que la personne tenant de l'index le fil de tresse (pour l'empêcher de se dérouler seul) le libère à temps. Suivre du regard la trajectoire du poids, afin de juger plus facilement si le coup est réussi ou à côté; un contrôle postérieur aux jumelles est souvent nécessaire. Si le coup est manqué, il faut dans l'ordre: retrouver le poids; le détacher; rembobiner le fil sur le moulinet (c'est là surtout que se révèle son utilité : cette phase est bien plus facile et rapide que si on utilisait directement une ficelle, sans canne à pêche) en pinçant légèrement le fil pour que l'enroulage sur le moulinet soit serré; rattacher le poids et retirer en corrigeant les erreurs expliquant l'échec ;

- **équipement de l'arbre** : une fois la tresse passée sur la bonne branche, le poids est enlevé, un bout de la ficelle est attaché à la place (nœud simple dans la boucle de la tresse : la tension lors de l'ascension le serrera bien assez...), et une personne déroule la ficelle de la planchette pendant que l'autre rembobine la tresse sur le moulinet. Une fois la ficelle arrivée au sol de l'autre côté, la tresse est détachée; nous avons donc une boucle de ficelle complète et robuste (on peut tirer fortement sur les deux bouts pour tester la résistance de la branche équipée, ou pour faire descendre la ficelle si elle englobe de fins rameaux au-dessus) reliant le sol à la canopée, capable de hisser le poids du câble avec son micro (ce que la tresse ferait plus difficilement) et pouvant éventuellement rester sur place pour des écoutes ultérieures répétées ;
- **hissage du micro** : il peut se faire de jour comme de nuit ; là aussi il est plus simple d'être à deux personnes. Attacher le micro (de façon à ce qu'il reste dirigé horizontalement sur sa potence) au bout de la ficelle du côté du poste de tir (qui est généralement plus direct, sans trop d'obstacles durant la montée). Une personne tire sur le bout opposé de la ficelle (tout en l'enroulant sur la planchette) sans trop d'à-coups, pendant que l'autre personne contrôle le déroulement du câble en tenant l'enrouleur ; c'est durant cette phase que d'éventuels obstacles peuvent être négociés durant la montée du micro, par la personne qui tient le câble, en se décalant au sol pour aider à leur contournement. Lorsque le micro arrive juste en dessous de la branche équipée (attention à ne pas le faire passer par-dessus : le déblocage pourrait s'avérer difficile !), la ficelle

est attachée à un arbuste, bien tendue pour que le micro reste en place (c'est à ce stade que son orientation peut être notée ou corrigée si besoin) ;

- **descente du micro** : l'opération inverse est effectuée : déroulage contrôlé de la ficelle et rembobinage du câble (en veillant à l'absence de torsion). La ficelle pourra rester en place si une répétition des écoutes est prévue.

Conclusion

Cette méthode peu onéreuse, de logistique simple et de réalisation

rapide, pourrait être utilisée dans de nombreux inventaires forestiers. Peu à peu, sa démonstration lors des formations acoustiques niveau 2 au CPIE de Brenne, dans la bonne humeur générale ([lien vidéo](#)), génère des émules ; mais un effort de diffusion reste à produire, car la forêt est un espace tridimensionnel complexe, et les inventaires forestiers limités au sol ne révèlent qu'un peu plus de la moitié des contacts acoustiques toutes espèces confondues, et moins encore pour les espèces spécialistes de la canopée comme *Pipistrellus kuhlii*, *Plecotus austriacus*, *Hypsugo savii*, *M. alcaethoe* et *M. emarginatus* (BARATAUD & GIOSA, 2021).

Remerciements

Merci à Thérèse Nore, source d'inspiration pour l'élaboration de cette technique (et pour tant d'autres apprentissages !). Merci aux acteurs et figurants immortalisés sur les photos (sept. 2017 et 2020) et vidéo (sept. 2021) présentées, extraites de formations acoustiques niveau 2 au CPIE de Brenne-Berry : Amélie Beillard, Anna-Gaëlle

Bensa Wrona, Valentin Blanchard, Virgile Broutin, Fabien Fernandez, Apolline Girault, Aurélie Lacoeylthe, Arnaud Lacoste, Ilyan Lamaison, Benjamin Lourdel, Lauriane Olivier, Olivier Pichard, Eloïse Pons, Madeleine Pons, Guy Rosaert, Mélanie Simon, Eléonore Zittoun ; les bons moments vécus ensemble résonnent encore, du sol à la canopée.



Bibliographie

BARATAUD, M., S. GIOSA. 2021. Activité de chasse des chiroptères forestiers, comparée entre sol et canopée. *Plume de Naturalistes* 5 : 1-38. <http://www.plume-de-naturalistes.fr/index.php/numeros/>

COLLINS, J & G. JONES. 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterologica* 11(2): 343–350.

DUBOS, T. 2016. Observatoire des chauves-souris de Bretagne. Rapport GMB et Bretagne Vivante 36 pp.

DUBOS, T. 2020. Pourquoi la Barbastelle (*Barbastella barbastellus*) se plaît-elle en Bretagne ? ...et autres questions étudiées grâce au référencement des enregistrements acoustiques passifs. *Symbioses* 38 : 37 – 52.

ERASMY, M., C. LEUSCHNER, N. BALKENHOL & M. DIETZ. 2021. Three-dimensional stratification pattern in an old-growth lowland forest: How does height in canopy and season influence temperate bat activity? *Ecology and Evolution* 00: 1-16.

GRANDJEAN, N. 2011. Acoustic detection of bat activity in forest habitat: importance of vertical distribution and forest type. Maîtrise universitaire ès Sciences en comportement, évolution et Conservation. Département d'Ecologie et d'Evolution, Université de Lausanne. Rapport 35 pp.

NORE, T. 1999. Vingt ans de marquage des

nichées de buses variables *Buteo buteo* dans le centre de la France. *Alauda* 67 : 307-318.

PLANK, M., K. FIEDLER & G. REITER. 2012. Use of forest strata by bats in temperate forests. *Journal of Zoology* 286: 154–162.

RIEGER, I. & P. NAGEL. 2007. Vertical stratification of bat activity in a deciduous forest. In: The canopy of a temperate floodplain forest. Results from five years of research at the Leipzig Canopy Crane. p. 141-149.

Pour citer cet article :

BARATAUD, M. 2024.
Pose d'un microphone en canopée :
une méthode rapide et facile.
Plume de Naturalistes 8 : 125-134.

ISSN 2607-0510

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



Répartition de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) Linnaeus, 1758, à l'ouest de la Garonne en région Occitanie

Par **Jean-Michel CATIL**¹ (jm.catil@natureo.org),
Mathilde BÉGUIN² (m.beguin@natureo.org),
Maxime BELAUD² (maxbelaud05@gmail.com),
Jérôme CALAS² (jeromecalasnmp@orange.fr),
Manue JACQUOT² (m.jacquot@natureo.org),
Dominique PORTIER³ (d.portier@natureo.org)
Naly RAKOTOARINDRAZAKA² (n.rakoto@natureo.org)

¹ Nature En Occitanie. Comité local du Gers, 12, rue du 08 mai
32000 AUCH

² Nature En Occitanie. 14, rue de Tivoli 31000 TOULOUSE

³ Nature En Occitanie. Comité local des Hautes-Pyrénées, 21, rue
des Thermes 65200 BAGNÈRES-DE-BIGORRE

Résumé

Les milieux aquatiques à l'ouest de la Garonne en Occitanie ne font pas exception à la dynamique nationale de recolonisation de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) Linnaeus, 1758, processus documenté dès le début des années 2000 pour la plaine midi-pyrénéenne.

Sur la dernière décennie, Nature En Occitanie a conduit des prospections généralement répétées réparties sur un territoire de 14 702 km², incluant le fleuve Garonne et l'ensemble des bassins versants situés sur sa rive gauche jusqu'aux limites occidentales de l'Occitanie (et incluant donc totalement ou partiellement les départements de la Haute-Garonne, du Gers, des Hautes-Pyrénées et du Tarn-et-Garonne).

Il apparaît qu'en 2023, l'axe Garonne est utilisé de manière continue, et que les



bassins versants de plusieurs nouveaux affluents principaux sont occupés en totalité (Baïse) ou partiellement et/ou temporairement (Gers, Arrats, Gimone, Save, Louge).

Cela constitue une avancée significative de l'espèce dans le territoire en question. L'absence supposée de l'espèce semble davantage liée à la qualité paysagère des abords des cours d'eau qu'à la biomasse disponible. La médiocre qualité de ripisylves dans certains bassins versants aux confins du Gers, de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne semblerait être un frein majeur pour une installation durable du mustélidé dans ces territoires.

Mots-clés : Bassin versant Adour-Garonne, recolonisation.

Abstract

Aquatic environments located West of the Garonne River in Occitanie (South-West of France) are no exception to the nationwide dynamic of recolonization of the Eurasian Otter (*Lutra lutra*) Linnaeus, 1758, a process which has been documented since the early 2000s in the plains of Midi-Pyrénées.

Over the last decade, Nature En Occitanie has carried out repeated surveys across a 14 702 km² wide territory, encompassing the Garonne River and all the watersheds located on its left bank up to the western limits of the Occitanie region (thus including all or parts of the French departments Haute-Garonne, Gers, Hautes-Pyrénées and Tarn-et-Garonne).

It appears that as of 2023, the Garonne axis is used throughout its length, and that the watersheds of several of the

main tributaries are newly occupied, either entirely (Baïse) or partly and/or transiently (Gers, Arrats, Gimone, Save, Louge).

This represents a significant expansion of the species across that territory.

In areas where the species is still missing, its presumed absence appears to be linked more to the landscape quality in the vicinity of the rivers and streams than to the available biomass. The poor quality of the riparian forests in some watersheds on the borders of the departments Gers, Haute-Garonne and Tarn-et-Garonne appears to be a major obstacle to the durable establishment of this mustelid species in these territories.

Key-words: Adour-Garonne watershed, recolonization.

Introduction

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), a amorcé depuis les années 1980 un retour dans une large portion du territoire métropolitain (KUHNS *et al.*, 2019). Ce début de recolonisation avait été documenté sur l'ancienne région Midi-Pyrénées à l'issue d'une enquête menée par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage entre 2003 et 2005 (DEFOS DU RAU *et al.*, 2005), puis, à la suite d'une seconde étude pour cette même région entre 2011 et 2013 (STEINMETZ *et al.*, 2014). Depuis, et malgré la mise en œuvre d'un second Plan National d'Actions en France, aucune déclinaison en Occitanie n'a pu être mise en œuvre faute de moyens financiers suffisants. Pour autant, Nature en Occitanie, à travers son réseau bénévole et via des projets dédiés à la conservation de la sous-trame des zones humides et aquatiques, a mené

d'amples prospections dans la quasi-totalité des sous-bassins versants en rive gauche de la Garonne, incluant donc le département du Gers en totalité, et les départements des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne pour partie.

Il s'agit donc, près de 10 ans après cette synthèse, de valoriser les centaines de données produites pour ainsi documenter l'évolution de cette dynamique, auxquelles nous y avons adjoint les données du Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel d'Occitanie. Cette connaissance fine de la chorologie contemporaine de ce carnivore étant le préalable pour tenter d'identifier les freins à une colonisation de l'ensemble des zones hydrographiques en question.

Zone d'étude

Le présent article porte sur la zone hydrographique en rive gauche de la Garonne et incluant le fleuve en lui-même, pour des raisons essentiellement pratiques. Nous considérons que sur ce territoire, l'effort de prospection a été quasi-exhaustif ces dernières années et permet une vision objective du processus de colonisation du territoire par la Loure d'Europe. Ce n'est en revanche pas le cas, pour l'entièreté du territoire midi-pyrénéen où nombre de zones hydrographiques ne bénéficient pas de prospections systématiques, particulièrement dans des zones d'absence supposée.

La zone d'étude est ainsi délimitée par la Garonne sur son flanc oriental, et par les limites administratives de la région Occitanie (et de la France), que ce soit au sud avec la frontière espagnole dans le massif pyrénéen ou à l'ouest et au nord-

ouest, avec la région Nouvelle-Aquitaine.

Deux fleuves collectent les eaux de ce territoire qui rejoignent ensuite l'Océan Atlantique (**Figure 1**) :

- La Garonne qui s'étend dans notre aire d'étude sur environ 250 km, depuis la frontière franco-espagnole jusqu'à sa sortie de la région Occitanie sur la commune de Lamagistère (SIGES Occitanie). Elle capte 69,9 % de l'aire des bassins versants soit 10277 km².
- L'Adour prenant sa source sur la commune d'Aspin-Aure (65) et quittant la région à Barcelonne-du-Gers (32), après avoir parcouru 166 km (Sandre, 2022). Elle capte 30,1% de l'aire des bassins versants soit 4424 km².

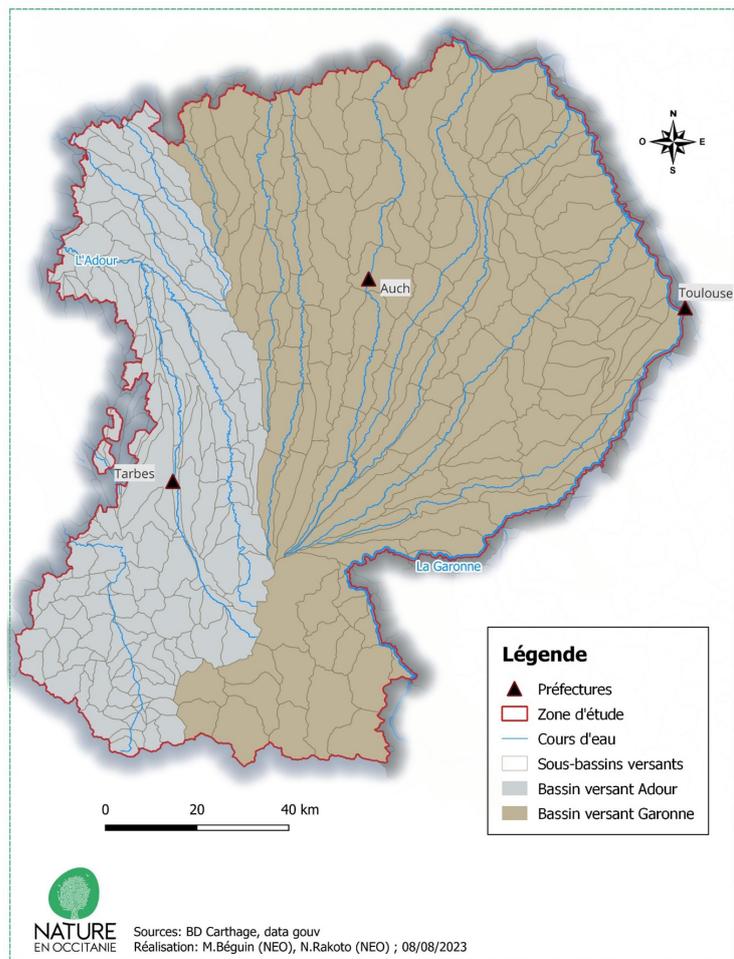


Figure 1. Répartition des bassins versants de la zone d'étude.

Dans le bassin de la Garonne, une majorité d'affluents directs est orientée dans un axe plus ou moins sud-nord, dans une configuration nommée « éventail gascon », et pour tous excepté la Louge, se jettent dans la Garonne en aval de Toulouse, entre Grenade-sur-Garonne (31) pour la Save et Saint-Léger (47) pour la Baïse (Figure 2). Pour des raisons géomorphologiques, les cours d'eau principaux (Louge, Save, Gimone, Arrats, Gers, Baïse) prennent leur source sur le plateau de Lannemezan et sont donc originellement dépendants d'un régime strictement pluvial.

Mais depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, 17 cours d'eau gascons bénéficient d'une réalimentation grâce au système Neste. Il consiste en un soutien d'étiage par dérivation d'une partie des eaux de la rivière Neste dans le canal éponyme, grâce au stockage de grands réservoirs de haute montagne (e.g. lac d'Orédon, lac de Cap de Long, etc.), et également de plaine (Lac de la Gimone, Lac de l'Astarac, etc.).

Le même dispositif alimente le Bouès, qui lui est situé dans le bassin de l'Adour dans lequel le principal affluent du fleuve, l'Arros, prend sa source dans les Pyrénées. Ce partage des eaux entre Adour et Garonne se retrouve dans la zone pyrénéenne. À l'ouest, le Gave de Pau mobilise une large zone hydrographique et se jette dans l'Adour hors Occitanie tandis qu'à l'est, la Neste et la Pique constituent les principaux affluents de la Garonne. Les régimes hydrologiques de ces cours d'eau, qualifiés de pluvio-nival ou nivo-pluvial suivant l'altitude (FISCHER, 1930), sont plus ou moins influencés par la fonte des neiges, suivant les années. L'encaissement prononcé des vallées, les fortes pentes et la pluviosité élevée aux altitudes moyennes du massif en font des cours d'eau propices à la biodiversité halieutique, propre à accueillir la Loure

d'Europe.

Dans les plaines, certains territoires demeurent particulièrement bien pourvus en masses d'eau stagnantes, en particulier la région naturelle du Bas-Armagnac, dans le nord-ouest du Gers, réseau d'une multitude d'étangs qui offre une capacité d'accueil des plus sérieuses à la Loure. Les fortes densités d'Écrevisse de Louisiane procurent une ressource alimentaire complémentaire de premier choix. Dans ces secteurs, il est très régulier de trouver des restes d'écrevisse dans les épreintes, leur conférant une teinte rosée assez caractéristique, à ne pas confondre toutefois avec les fèces du Vison d'Amérique, lui aussi bien distribué sur le secteur (BIODIV'OCCITANIE, 2023).

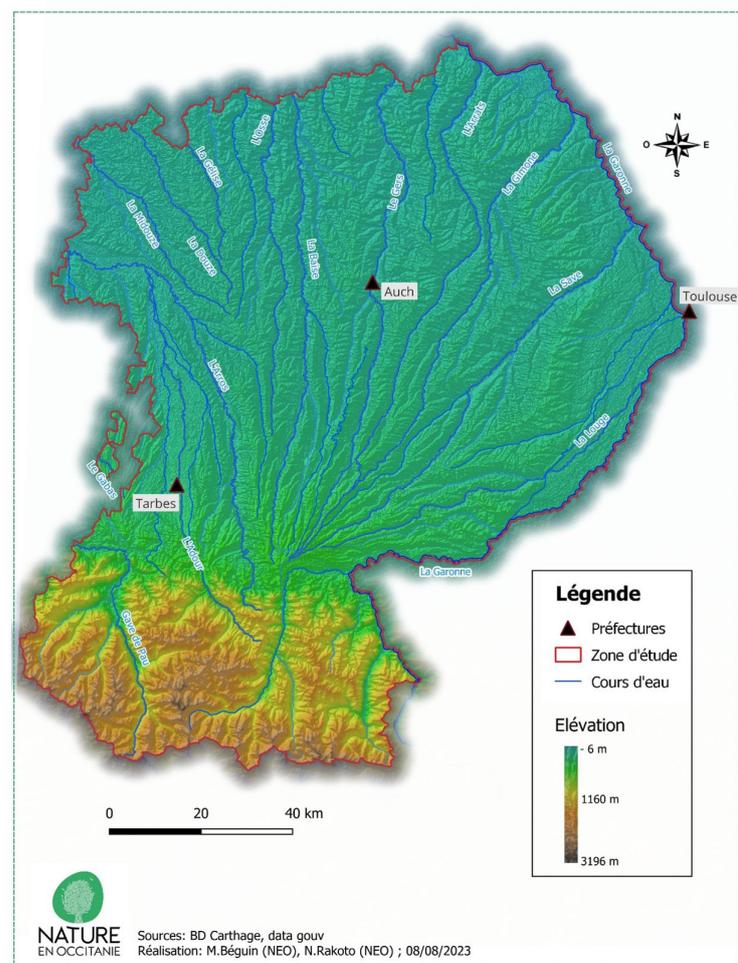


Figure 2. Cartographie des principaux cours d'eau de la zone d'étude.

Méthodes d'échantillonnage

Dès le premier Plan National d'Actions en faveur de la Loutre couvrant la période 2010-2015 (KUHN, 2009), la méthode d'inventaire standard du Groupe Loutre de l'UICN (REUTHER *et al.*, 2000) était plébiscitée. Celle-ci s'appuyait sur la prospection de 600 mètres de linéaire, en 4 points distincts dans une maille de 100 km², à la recherche d'indices de présence (épreintes et empreintes principalement). Toutefois, les limites de la méthode (à savoir le risque de faux négatif) dans les secteurs de fronts de recolonisation sont identifiées par la Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères qui se propose d'y remédier dans le second Plan National d'Actions (KUHN *et al.*, 2019). L'efficacité du protocole de suivi de présence a ainsi été évalué et montre notamment son infériorité dans les zones de recolonisation ($p=0,40$) comparativement aux zones de présence permanente ($p=0,70$), chiffres ne prenant toutefois pas en compte les données fournies par Nature En Occitanie (FERRAND, 2021).

Parallèlement, les pratiques des principaux contributeurs à cette étude ont évolué. Certains d'entre nous ont expérimenté par le passé la prospection de 600 m d'une rive à partir d'un point (correspondant généralement à un accès pratique, souvent un pont) issue du protocole standard. Il nous est apparu plus intéressant pour différentes raisons exposées ci-après de diminuer la valeur de ce linéaire :

- le plus gros effort de prospection a été réalisé sur les cours d'eau du Gers, dans un environnement géologique dépourvu de blocs rocheux naturels au sein des cours d'eau. Aussi, les ouvrages d'arts et leurs abords comportent

régulièrement des aménagements composés d'enrochements, et autres dispositifs de protection des ouvrages pour limiter les effets de l'érosion sur les berges (avec plus ou moins de succès). Contrairement au contexte de nombre de cours d'eau pyrénéens parsemés de blocs, ces aménagements sont fréquemment les seuls objets proposant du volume dépassant au-dessus de la lame d'eau, et demeurent les sites les plus susceptibles d'être marqués par la Loutre. Dans ce contexte, il nous est apparu pertinent de privilégier un plus grand nombre de ponts à visiter plutôt que de parcourir des berges offrant une potentialité de marquage réduite (Figure 3) ;



Figure 3.

Ouvrage routier favorable à la détection de la Loutre d'Europe.

- trouver 600 mètres de berge au potentiel de marquage équivalent n'est pas chose aisée dans le contexte des rivières gasconnes de plaine, d'une part car les cours d'eau de plaine, pour la plupart fortement incisés, limitent l'accessibilité des berges, d'autre part, certaines zones sont impénétrables (zones à fort encombrement végétal, propriétés privées, ...) ;

- le temps de prospection de 600 mètres de cours d'eau (+ 600 m de chemin retour au point de départ) est assez consommateur en temps et nécessite une disponibilité accrue en termes d'amplitude horaire, notamment lorsque les recherches sont réalisées bénévolement ;
- les auteurs ont fréquemment profité de déplacements réalisés dans le cadre d'autres missions, pour faire des « arrêts minutes » au niveau d'ouvrages d'arts. Ces prospections plus opportunistes ont apporté un nombre non négligeable de données, en limitant le volume de déplacements et donc le bilan-carbone de ces opérations.

Dès lors, la méthode principalement utilisée ces dernières années consiste à inspecter prioritairement les aménagements liés aux ponts (banquette, seuil, enrochement), berges sous le pont, puis les sections amont et aval à proximité immédiate du pont qui peuvent s'avérer intéressantes, i.e. comportant des éléments émergents du cours d'eau ou des berges au contact du cours d'eau. Les seuils des moulins ont aussi été privilégiés. Les épreintes, et les empreintes de pas sont les indices de présence prioritairement recherchés auxquels peuvent être adjoints des traces d'urine ou de mucus.

Cette méthode se rapproche fortement de celles utilisées sur les sites Natura 2000 au Royaume-Uni (JANIN, 2003) ou encore en Wallonie (LIFE, 2006). Des résultats significatifs sont aussi à noter du côté de la Suisse (KRANZ & POLEDNIK, 2012) et de l'Autriche (KRANZ & POLEDNIK, 2020).

De surcroît, privilégier les répliquats spatiaux aux répliquats temporels est une technique qui s'avère concluante chez le Desman des Pyrénées (CHARBONNEL *et al.*, 2014).

Seul l'axe Garonne a bénéficié d'une

stratégie hybride avec des linéaires explorés de plus grande longueur, dans la mesure où le nombre d'ouvrages franchissant le fleuve est plus limité, et les lieux potentiels de marquage plus dispersés. Il n'est, par ailleurs, pas toujours simple d'accéder aux ouvrages présents sur la Garonne, contrairement à d'autres cours d'eau moins larges et moins profonds.

La principale base de données utilisée par les auteurs de cet article (Géonature Occitanie) permet de mentionner des données d'absence, mais avant son déploiement en Occitanie (début 2019), les données d'absence n'étaient généralement pas relevées ce qui tend à sous-évaluer le nombre de points réellement prospectés (**Figure 4**).

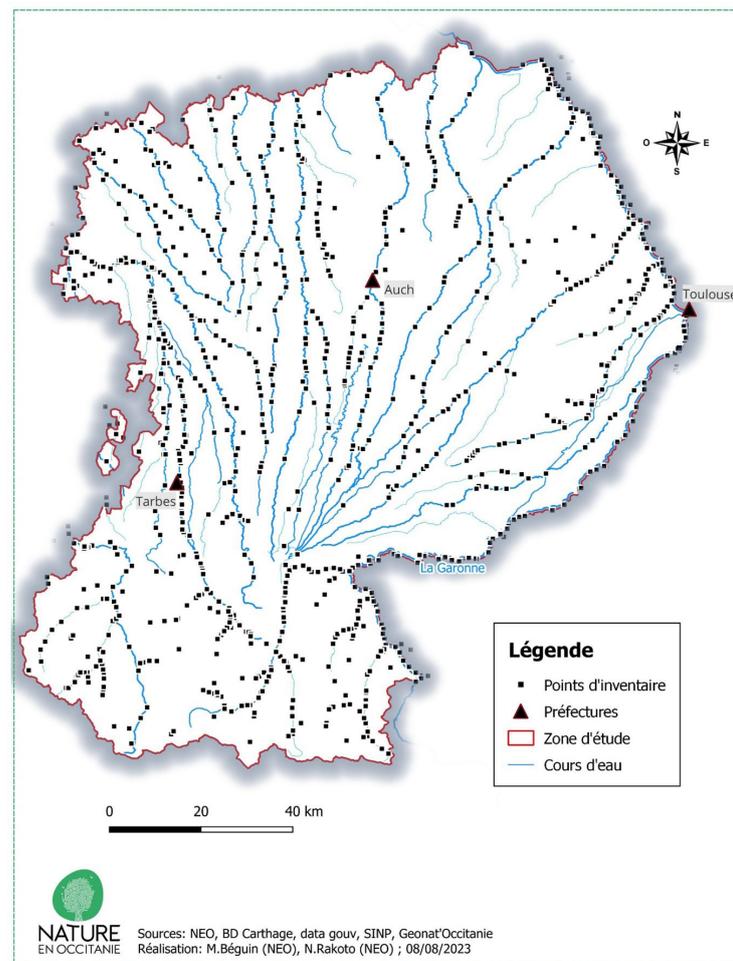


Figure 4. Carte des points d'inventaire de la Loutre d'Europe.

Si une mention d'absence en un point donné ne donne pas forcément d'indications sur une véritable absence de la Loutre, la répétition des visites a pour vocation de tendre vers une probabilité de détection maximale. Le nombre de visites adéquates reste à calibrer, une fois que les résultats d'efficacité de détection auront été analysés (FERRAND, 2021). Le nombre de répétitions et le pas de temps associé sont assez hétérogènes suivant les secteurs, fortement dépendants de la disponibilité bénévole, et davantage motivés par des résultats positifs que négatifs.

Résultats et discussion

Pour les mêmes raisons qu'évoquées par STEINMETZ *et al.* (2014) et pour faciliter la comparaison des résultats et l'évolution de la dynamique spatiale de la Loutre, la représentation cartographique s'appuie sur une trame hydrographique constituée des bassins versants élémentaires issus du référentiel hydrographique BD Carthage. Le volume de données total s'appuie sur les observations récoltées par l'association au nombre de 1063 (727 données de présence, et 336 mentions d'absence, dont 811 par les auteurs de l'article)

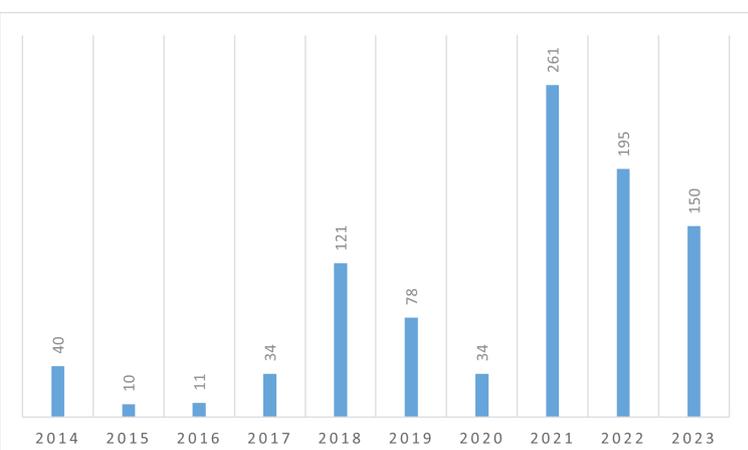


Figure 5. Nombre de données produites annuellement depuis 2014.

complétées par 506 données issues du SINP Occitanie. Sur les 10 dernières années (2014-2023), il s'élève à 934, avec un effort bien visible depuis 2018, sauf en 2020 pour cause de crise sanitaire, et particulièrement important entre 2021 et 2023 dans l'optique de finaliser le présent travail (Figure 5).

Comparativement à la carte par bassin versant issue de l'étude menée entre 2011 et 2013 (STEINMETZ *et al.*, 2014), la cartographie 2023 révèle le maintien de l'espèce dans l'ensemble des secteurs dans lesquels elle était connue, et une progression nette et affirmée dans nombre de bassins versants qui s'étaient révélés jusque-là négatifs, ce qui conforte les précédentes conclusions d'une recolonisation active (Figure 6).

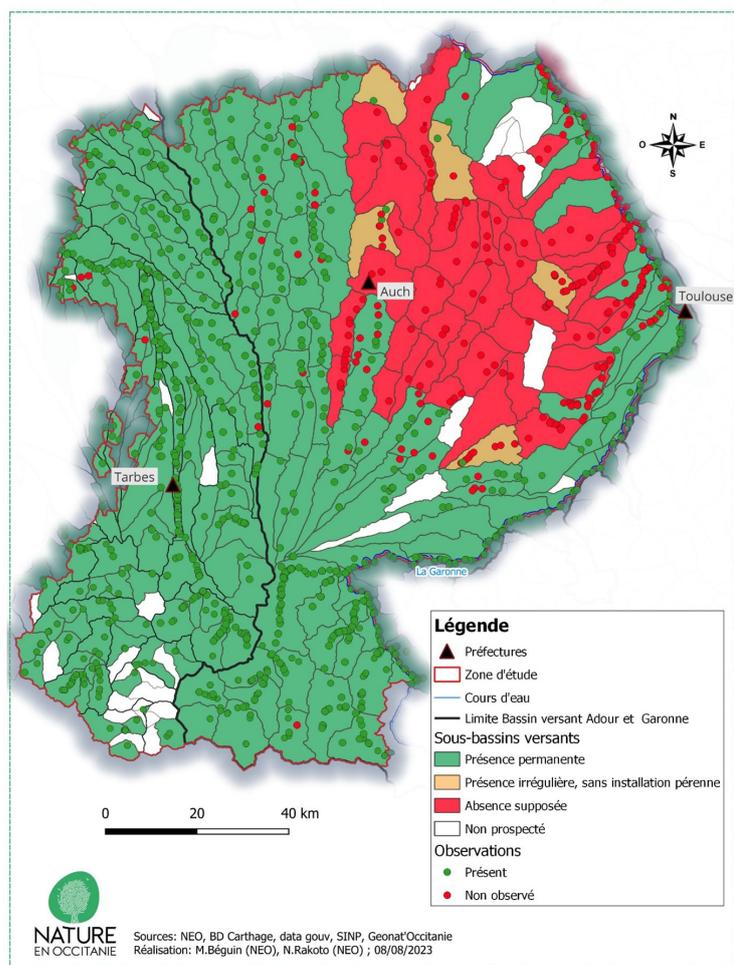


Figure 6. Statut de présence de la Loutre d'Europe par sous-bassin hydrographique.

Massif et piémont pyrénéen

Les zones de piémont immédiat et d'altitude des Hautes-Pyrénées et de Haute-Garonne, qui grosso modo correspondent aux territoires au sud de l'autoroute A64 sont aujourd'hui occupées de manière homogène par la Loutre.

En 2014, ces zones ne souffraient que de quelques vides imputables à des défauts de prospections ou à des surfaces de bassins versants parfois trop faibles, bien en deçà du domaine vital des individus et ainsi malaisées pour y détecter la Loutre à coup sûr. Elles correspondent le plus souvent aux têtes de bassins versants, aux compartiments torrentiels des cours d'eau, dans des matrices paysagères de qualité. En fonds de vallées, la capacité d'accueil des cours d'eau demeure suffisante dès lors que la ripisylve est préservée, et ce même dans un contexte de grandes cultures (céréaliculture, populiculture, ...). Au pied du massif, l'autoroute A64 est régulièrement franchie par l'espèce comme l'a pu le montrer en 2022 du piégeage photographique sous des ouvrages d'art sur la commune de Lanespède (65), sur les rives de la Lène, affluent de l'Arros. L'A64 n'a en réalité jamais été un obstacle pour la Loutre, trouvée au nord de celle-ci dès 2010 sur le plateau de Lannemezan. En revanche, la Lène n'a été positive qu'en 2022 alors que des prospections sur ce secteur ont été régulières dès 2005 car disposant d'un nombre conséquent de bénévoles formés à la reconnaissance des indices de présence de l'espèce.

Quelques unités hydrographiques vides de prospections (et donc de données) au sein du massif sont à mettre sur le compte de difficultés d'accès à certaines zones, comme l'illustre par exemple l'absence de données dans la vallée du Moudang (affluent de la Neste).

Vallée de la Garonne

En 2014, la distribution de la Loutre sur l'axe Garonne était discontinue (ou tout du moins la connaissance relative à sa distribution). L'espèce était identifiée sur l'ensemble de la Garonne en amont de Toulouse, puis à partir de Bourret (82) jusqu'à la limite avec la nouvelle Aquitaine. Ce hiatus n'existe plus en 2023 avec une occupation de l'ensemble du fleuve.

La recolonisation de ce secteur s'est accentuée avec la rencontre des populations issues du Massif central via le fleuve Tarn et celles du piémont pyrénéen (génotype ibérique). Dans la continuité, les bassins versants sont de plus en plus utilisés.

Qui plus est, une certaine perméabilité de l'agglomération toulousaine a pu être notée, d'une part via la Garonne directement près du centre-ville (ponts jumeaux) ou encore à hauteur de Blagnac, mais aussi par des axes secondaires (Touch, Ousseu) contournant l'hypercentre par l'ouest, dans une configuration plus propice à des déplacements sécurisés pour l'espèce.

Dans la zone amont, la connexion entre les bassins versants des affluents de la Garonne en rive gauche de la Garonne stricto sensu est bien établie, par exemple en ce qui concerne la zone amont de la Louge.

Dans la zone aval, à partir du Fousseret, les bassins versants des affluents en rive gauche de la Garonne ne semblent pas encore occupés par l'espèce, en tout cas de manière continue. Quelques incursions ont lieu, à plus ou moins longue distance de la Garonne, mais sans implantation pérenne.

Ainsi sur la Save, en 7 passages distincts entre le 17/12/2020 et le 09/05/2023, une seule épreinte a été relevée à hauteur de Sainte-Livrade (31), à assez longue distance

du fleuve (environ 33 km en suivant le cours de la rivière). Dans ce secteur, l'effort d'échantillonnage a pourtant été assez intense avec une trentaine de sites visités à plusieurs reprises entre 2020 et 2023 (total cumulé de 54 visites). Cette donnée constitue peut-être les prémices d'une phase de colonisation ou a contrario une visite éphémère qui ne donnera pas lieu à une implantation durable, faute d'habitats suffisamment fonctionnels. On notera que plusieurs marquages ont été relevés sur la Garonne au niveau de la confluence avec la Save de 2021 à 2023, et qu'il existe une donnée datant de 2015 un peu en amont de Grenade (obs. S. Danflous). Il faut également bien garder à l'esprit que les individus non-résidents et les jeunes animaux marquent nettement moins que les individus implantés (SITTENHALER *et al.*, 2020).

Le Touch est colonisé dans sa partie aval, et de façon ponctuelle en amont. On relève toutefois un hiatus dans sa partie médiane entre Saint-Clar-de-Rivière et la source, ou des relevés sur une vingtaine de sites entre 2021 et 2023 n'ont pas permis de trouver des indices de présence de loutre. Il est vrai que sur cette partie, la ripisylve est très étroite, guère favorable au marquage et présente peu de disponibilités à l'établissement de catiches.

Gascogne

Les zones non occupées de manière permanente se sont considérablement réduites et ne concernent plus que les bassins versants médians situés de manière schématique entre Auch et Toulouse. Les principales acquisitions, en matière de présence permanente concernent les cours d'eaux suivants :

- la Baïse sur tout son linéaire occitan et ses principaux affluents issus de la rive droite (la Petite Baïse, la Baïsole,

l'Auloue). L'ensemble de ces cours d'eaux ont pu être confirmés dès 2018, laissant présager une installation plus ancienne (auparavant, une seule donnée avait été relevée sur l'ensemble de ces zones hydrographiques en 2011 par D. Bacqué, ONCFS) ;

- le Gers, de manière discontinue. Dans le secteur amont, la Loutre est désormais facilement détectable depuis la source jusqu'aux portes d'Auch, agglomération qui semble constituer un point noir. Du piégeage photographique sur les berges du Gers durant l'été 2021 dans le centre-ville n'a pas permis de l'identifier, ni même des prospections dans la vallée de l'Arçon, affluent du Gers qui « contourne Auch » par l'est, et pourrait jouer un rôle similaire au Touch pour Toulouse comme déviation de l'hyper-centre pour la Loutre (évitant ainsi la pollution lumineuse et sonore, et l'absence de ripisylve sur certains tronçons). Au nord de l'agglomération auscitaine, des prospections répétées mais peut-être insuffisantes en certains endroits n'avaient jusque très récemment pas permis de la contacter, excepté une donnée très au nord, sur la commune de Castéra-Lectourois en 2022, pouvant laisser penser à une colonisation depuis la Garonne (située à près de 30 km). Début 2023, des prospections organisées avec des étudiants du CFPPA du Gers ont permis d'observer des épreintes à une quinzaine de kilomètres au nord d'Auch, en deux localités distinctes (communes de Sainte-Christie et Montestruc). Il est fort probable que l'espèce soit dans une phase de colonisation avancée dans cette vallée, ce qui expliquerait la difficulté à la détecter dans l'intégralité des sous-bassins versants ces dernières années

(on peut souligner que les indices de présence sont rares dans les secteurs où l'espèce est rare. Le marquage est généré pour marquer un territoire donc où il y a obligatoirement de la concurrence) ;

- l'Arrats : la découverte de l'espèce sur ce cours d'eau est très récente (mars 2023) et ne concerne pour l'heure qu'un tronçon assez proche de la Garonne (une vingtaine de km), en aval de Saint-Clar (présence confirmée à hauteur des communes de Gramont (82) / Plieux (32) et Miradoux (32) / Marsac (82). Aucun élément ne permet d'affirmer une installation pérenne ;
- la Gimone : des investigations poussées en décembre 2022 sur sa partie aval, de Mauvezin (32) jusqu'à sa confluence avec la Garonne, n'ont rien donné. En revanche, elle a été contactée en mars

2023 sur sa partie amont, à proximité du lac de la Gimone (communes de Saint-Blancard et Monbardon (32), sites visités à 2 reprises les années précédentes sans succès, ce qui indique probablement là encore une dynamique de colonisation ;

- la Save : la zone amont est bien fréquentée, notamment un affluent majeur - la Gesse - dans sa partie haut-garonnaise, et le secteur des Gorges de la Save jusqu'à hauteur de la commune d'Escanecrabe. Mais en aval, la Loure ne semble pas encore atteindre de manière pérenne le secteur de l'Isle-en-Dodon (31) et encore moins le secteur de Samatan (32), où la fonctionnalité des ripisylves paraît très dégradée (**Figure 7**). Malgré tout, des épreintes ont été relevées à proximité de l'Isle-Jourdain (Ségoufielle et Sainte-



Sources : NEO, BD Carthage, Google
Réalisation : M.Béguin (NEO); 08/08/2023

0 750 1500 m



Figure 7.

Exemple de paysages a priori défavorables pour la Loure d'Europe (vallée de la Save en amont de Samatan-32).

Livrade), le 13/07/2021, et ce, une seule fois sur un total de 5 passages entre le 17/12/2020 et le 28/03/2023. D'amples recherches entre la confluence avec la Garonne et ce point n'ont, depuis, aucunement permis de trouver de nouveaux indices ce qui laisse penser à des comportements exploratoires de la part de l'espèce, sans que les conditions d'une installation pérenne ne soient réunies ;

- la Louge : la fréquentation de cours d'eau et de ses affluents (e.g. la Nère) est une acquisition assez récente (2018, obs. Boris Stenou et Marlène Doudies), et reste cantonnée à son cours aval et moyen à hauteur de Lavernose-Lacasse (31) et Montoulieu-Saint-Bernard (31), par absence de prospections dédiées près de sa source, sur le plateau de Lannemezan. Il est toutefois très probable que la Loure occupe ce cours d'eau, qui offre des habitats a priori favorables, de manière continue. Les ripisylves y sont denses et nous avons pu y constater une importance ressource trophique (écrevisses, poissons).

Conclusions

La publication de 2014 appelait à répliquer le protocole standardisé. Mais les prospections de la part de bénévoles disposant d'un temps contraint, et l'évolution des méthodes de prospection, ont conduit à la production de données majoritairement opportunistes, qui toutefois ne sont pas singulièrement éloignées de la méthodologie utilisée jadis. Cela n'a finalement pas empêché une évolution significative des connaissances.

La compilation des données récoltées, donne en 2023 une image plutôt fidèle

de la répartition de la Loure dans l'ouest de l'Occitanie. La reconquête en cours ne semble pas s'essouffler. Aussi, l'ensemble des acteurs et gestionnaires des milieux aquatiques et humides sont concernés soit par la présence désormais permanente de l'espèce, soit par une présence irrégulière et discrète, soit par une fréquentation du réseau hydrographique dans les années à venir, vu les capacités de déplacement de l'espèce, et la relative faible distance qui sépare les zones encore « blanches » des zones d'occupation permanente. Cela appelle à une prise en compte systématique de l'espèce sur l'intégralité du territoire d'étude.

Plus la carte de répartition se densifie et plus les voies de colonisation peuvent être multiples. Dans le nord du territoire, la colonisation semble se dérouler depuis la vallée de la Garonne puisque plusieurs nouvelles localités mises à jour ces derniers mois, sur les rivières Gers et Arrats, se situent en deçà du domaine vital habituellement cité pour l'espèce, de l'ordre d'une vingtaine de kilomètres le long d'un cours d'eau (KÜHN *et al.*, 2019). Sur les cours d'eau désormais intégralement occupés, il est fort probable que la colonisation ait pu se faire à la fois par l'aval (Pyrénées), par l'amont (Garonne), et de manière transversale depuis la vallée immédiatement à l'ouest (l'Osse) grâce au réseau hydrographique secondaire. Dans la plaine gasconne, l'espèce a été contactée à plusieurs reprises sur des cours d'eau de moins de 2 mètres de large, assez éloignés des cours d'eau principaux.

Perspectives

Agréger les différentes pratiques de prospection n'est pas sans poser des

problèmes d'homogénéisation de la méthode (FERRAND, 2022). Cela nécessite de disposer de temps dédiés à ces suivis alors que la méthode « flash » principalement utilisée lors permet de concourir à la connaissance de manière plus opportuniste, en utilisant au mieux le temps disponible (et précieux) des bénévoles.

La Loutre sera-t-elle capable, dans les années à venir, de coloniser les dernières vallées qui se refusent encore à elle ?

Des portions de vallées moyennement engageantes jusque-là ont été conquises récemment mais il faut garder à l'esprit que l'unique observation d'indices ou d'individus non sexés ne garantit pas l'existence d'une population stable (PIGNEUR *et al.*, 2018), ce que permet en revanche d'autres techniques (piégeage photographique, analyses génétiques des fèces).

Mais la colonisation plus rapide des cours d'eau au nord de l'A64 pourrait être expliquée par la publication de l'arrêté du 2 septembre 2016 relatif au contrôle par la chasse des populations de certaines espèces non indigènes qui précise dans son article 5 que pour la protection de la Loutre d'Europe, l'usage de pièges de catégorie 2 et 5 est interdit sur les abords des cours d'eaux et bras morts, marais, canaux, plans d'eaux et étangs dans les départements du Gers, de la Haute-Garonne et en partie dans les Hautes-Pyrénées jusqu'à la distance de 200 mètres de la rive. Une étude sur ce sujet pourrait être menée afin de mesurer l'implication de cet arrêté dans la colonisation de nouveaux secteurs bénéficiant de biotopes favorables à l'espèce du fait de la survie plus importante des jeunes individus.

Les autres points-clefs résident sans doute dans l'existence et la disponibilité de zones refuges pour y établir des gîtes de

repos et de mise-bas, critère fondamental à l'installation pérenne de ce mustélide (MACDONALD & MASON, 1983).

Certaines zones ne nous semblent pas atteindre cet objectif et tout l'enjeu est de travailler avec les acteurs du territoire (syndicats de rivière, Catezh, collectivités, etc.) à une amélioration de la trame turquoise, préalable au retour complet de cet emblématique carnivore de nos étangs et cours d'eau.

Remerciements

Une partie de ce travail a bénéficié du soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, de la Région Occitanie, du Fonds européen de développement régional et du Département du Gers. Merci aux nombreux bénévoles qui ont accompagné nos prospections, couronnées de succès ou non, à Coline Prévost pour la traduction du résumé, ainsi qu'à l'équipe éditoriale de Plumes de Naturalistes.

Pour citer cet article :

CATIL J-M., M. BÉGUIN, M. BELAUD, J. CALAS, M. JACQUOT, D. PORTIER & N. RAKOTOARINDRAZAKA. 2024.

Répartition de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) Linnaeus, 1758 à l'ouest de la Garonne en région Occitanie.

Plume de Naturalistes 8 : 135-148.

ISSN 2607-0510

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

Bibliographie

BIODIV'OCCITANIE. 2023. Atlas de la faune et de la Flore d'OccNat, répartition de la Loutre d'Europe. <https://biodiv-occitanie.fr//espece/60630>

CHANIN P., 2003. *Ecology of the European Otter Lutra lutra*. Conserving Natura 2000 Rivers. Ecology Series No 10. Peterborough: English Nature.

CHARBONNEL, A., D'AMICO, F., BESNARD, A., BLANC, F., BUISSON, L., NÉMOZ, M., AND LAFFAILLE, P. 2014. Spatial replicates as an alternative to temporal replicates for occupancy modelling when surveys are based on linear features of the landscape. *Journal of Applied Ecology*, Wiley, vol. 51 (n° 5): 1425-1433.

DEFOS DU RAU, P., CANO, S., DOUKHAN, G., GOMES, R., GONZALEZ, E. & LACOUT, P. 2005. Contribution à l'actualisation des connaissances sur la répartition de la loutre d'Europe en Midi-Pyrénées. XXVII^e Colloque Francophone de Mammalogie de la SFEPM. « La conservation de la Loutre », Limoges : 63-70.

GOMES, R. 2011. La Loutre d'Europe. In : Jacquot, E. (coord). 2011. *Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées* – Livret 3 – Carnivores. Coll. Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées. Ed. Nature Midi-Pyrénées, 96 p.

FERRAND L. 2021. Efficacité du protocole de suivi de présence de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) sur le territoire français et pistes d'améliorations. Rapport de stage – Université de Strasbourg SFEPM. 26 p.

FISCHER J. 1930. Le régime des cours d'eau des Pyrénées françaises occidentales et centrales (Nives, Gaves, Adour

Supérieur). *Revue de Géographie Alpine*. 18-1 : 113-162.

KRANZ, A., & POLEDNÍK, L. 2012. Fischottermonitoring an Rhein, Inn und Rhone in der Schweiz. 35.

KRANZ, A., & POLEDNÍK, L. 2020. Fischotter in Tirol: Verbreitung and Bestand 2020. 42.

KUHN R. 2009. Plan National d'Actions pour la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), 2010-2015. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères/Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer.

KUHN R., SIMONNET F., ARTHUR C., & BARTHELEMY V. 2019. Plan national d'actions en faveur de la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) 2019-2028. SFEPM et DREAL Nouvelle-Aquitaine, Poitiers, 89 pp.

LIFE 05 NAT/B/000085 ACTION A3. 2006. Méthodologie simplifiée d'inventaire des indices de présence. Natura 2000, Région Wallonne, 2 p.

MACDONALD S.M. & MASON C.F. 1983. Some factors influencing the distribution of otters (*Lutra lutra*). *Mammal Review*, 13: 1-10.

PIGNEUR L.-M., MICHAUX J., CAUBLLOT G., FOURNIER P., MARC D., SIMONNET F. & JACOB G. 2018. Apport de la génétique pour l'étude de la dynamique des populations de Loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) en France. *Naturae* 2018 (6): 63-71. <http://revue-naturae.fr/2018/6>

REUTHER C., DOLCH D., GREEN R., JAHRL J., JEFFERIES D., KREKEMEYER A., KUCEROVA M., MADSEN A.B., ROMANOWSKI J., ROCHE K.,

RUIZ-OLMO J., TEUBNER J., TRINDADE A. 2000. Surveying and Monitoring Distribution and Population Trends of the Eurasian Otter (*Lutra lutra*). Guidelines and Evaluation of the Standard Method for Surveys as recommended by the European Section of the IUCN/SSC Otter Specialist Group. Habitat 12, Hankensbüttel, 148 p.

SERVICE D'ADMINISTRATION NATIONALE DES DONNÉES ET RÉFÉRENTIELS SUR L'EAU. https://www.sandre.eaufrance.fr/geo/CoursEau_Carthage2017/Q---0000 selon la version Carthage 2018.

SIGES OCCITANIE SYSTÈME D'INFORMATION POUR LA GESTION DES EAUX SOUTERRAINES EN OCCITANIE.

<https://sigesocc.brgm.fr/spip.php?article36>

SITTENTHALER, M., SCHÖLL, E.M., LEEB, C., HARING, E., PARZ-GOLLNER, R., & HACKLÄNDER, K. 2020. Marking behaviour and census of Eurasian otters (*Lutra lutra*) in riverine habitats: What can scat abundances and non-invasive genetic sampling tell us about otter numbers? *Mammal Research*, 65(2): 191–202.

STEINMETZ J., MARC D., NÉRI F., TRICHET E., BESNARD A., DEFOS DU RAU P., BODIN J. 2014. Dynamique régionale de la Loutre en Midi-Pyrénées. *Faune sauvage* 305 : 31-37.



L'Hermine *Mustela erminea* dans les départements du Tarn et de l'Hérault.

Par **Jean-Marc CUGNASSE** (jean-marc.cugnasse@orange.fr)
Christian RIOLS (christian.riols@orange.fr)



Abstract

The Stoat *Mustela erminea* in the departments of Tarn and Hérault (France).

The presence of the Stoat *Mustela erminea* in the departments of Tarn and Hérault, south of France, is unknown. In this note, we publish new information on this mustelid, the observation of which is exceptional in this region, and we specify its presence in the Mediterranean region where it is known to be absent. These data, spread over extended spatio-temporal time steps, reveal that there was no hiatus between the populations of the Massif Central and the Pyrenees.

Introduction

La présence de l’Hermine *Mustela erminea* dans les départements du Tarn et de l’Hérault a fait l’objet d’une mention (CUGNASSE, 1986) et d’une note (CUGNASSE & RIOLS, 1986). De nouvelles observations étant disponibles, il nous a paru nécessaire de publier l’avancement des connaissances afin notamment de stimuler l’intérêt pour cette espèce dont l’observation est exceptionnelle dans cette région et de compléter la monographie du dernier Atlas des Mammifères de France (LACOSTE & MUXART, 2024).

Critères d’identification utilisables pour la France métropolitaine (DELATTRE, 1987 ; LACOSTE & MUXART, 2024)

La détermination de pièces osseuses dans les pelotes des rapaces ou dans les fèces de carnivores se fonde notamment sur les restes crâniens et les mandibules de l’Hermine qui se distinguent de ceux de la Belette *Mustela nivalis* par leur plus grande taille. Le foramen infra-orbital de la première est de forme ronde (ovale chez la Belette). La boîte cérébrale de la Belette est plus étroite au niveau du processus mastoïdien (crête sagittale plus petite, processus postorbital plus développé) (SVENDSEN, 1982 in DELATTRE, 1987). Les variabilités anatomiques de ces deux mustélidés (voir ci-après) et l’absence de collection de référence pour l’Hermine sur la région concernée par la présente note constituent toutefois une limite méthodologique, surtout pour les mesures dont les valeurs se superposent : Hermine de petite taille et Belette de grande taille (CRÉGUT-BONNOURE et al., 2018).

Sur le terrain, l’Hermine est plus grande

que la Belette dans les régions où les deux espèces sont sympatriques (KING, 1983). La détermination par corps des deux mustélidés doit toutefois prendre en compte la décroissance de la taille (et du poids) de ces deux mustélidés selon un cline Sud – Nord, avec de grandes variabilités, selon la région où ils se trouvent (HUGUENEY, 1975 ; DELATTRE, 1987 ; CRÉGUT-BONNOURE et al., 2018). Ces variations pourraient être en effet distribuées probablement davantage « en mosaïque », en fonction des régions, que véritablement dans une dimension strictement Sud-Nord (BOURGEOIS, 2018). Ainsi, la taille est nettement distincte si la comparaison est effectuée au niveau de chaque population régionale (HUGUENEY, 1975), les plus grands individus d’une population de Belette n’atteignant que très rarement les dimensions des plus petits sujets de l’Hermine (DELPECH, 1989). C’est pourquoi un naturaliste nantais constatera que ces deux mustélidés sont nettement plus petits en Suisse que dans sa région et qu’il devra « calibrer » les mustélidés observés en fonction de la région où il se trouve (DELPECH, 1989).

En France métropolitaine, la taille de la Belette et celle de l’Hermine pourraient se superposer partiellement en région méditerranéenne et les plus grandes belettes mâles pourraient y atteindre les mensurations des plus petites hermines femelles (HUGUENEY, 1975 ; BOURGEOIS, 2018).

En l’absence de données biométriques actuelles, l’observateur pourra rechercher l’Hermine sur le terrain et la distinguer en privilégiant prioritairement la présence du pinceau noir situé à l’extrémité de sa queue, laquelle est en outre plus longue. Lors d’une observation prolongée, il pourra détailler la séparation dorsale/ventrale du pelage qui est régulière (sinueuse chez la Belette) et vérifier l’absence de tache jugale brune (présente chez la Belette).

Synthèse des observations

Département du Tarn

L'Hermine était considérée comme inexistante par la Fédération départementale des chasseurs du Tarn en 1980-85 (FDC, in litt). Elle n'était pas non plus connue des Associations départementales des piégeurs agréés, des Fédérations départementales des chasseurs et des Services départementaux de l'ONCFS (Office national de la chasse et de la faune sauvage) enquêtés en 1999 (RUETTE et al., 2004). L'Encyclopédie des carnivores de France n'a par ailleurs apporté aucun commentaire sur sa répartition pour le département (DELATTRE, 1987). Seul l'Atlas des mammifères sauvages de France de 1984 a signalé l'Hermine dans la Montagne Noire (les observations mentionnées dans CUGNASSE, 1986), en Grésigne et sur la bordure avec le Tarn-et-Garonne et l'Aveyron (DELATTRE, 1984). Le dernier Atlas des Mammifères de France, en revanche, ne signale plus sa présence (LACOSTE & MUXART, 2024).

Dans une étude récente (CALENGE et al., 2015 ; Clément Calenge, in litt.), l'OFB (Office français de la biodiversité) n'a pu estimer l'abondance absolue (c'est-à-dire une valeur d'effectif) ni la présence/absence de l'Hermine dans les départements du Tarn et de l'Hérault. Il a néanmoins estimé une abondance relative (abondance multipliée par une constante inconnue) mais le modèle rend impossible l'estimation d'une valeur d'abondance relative nulle (structurellement, elle est toujours strictement positive). Autrement dit, on ne peut certifier l'absence de l'espèce sur la base de ce modèle. Par contre, ce dernier permet de poser des hypothèses et de conclure que l'effectif

des différentes petites régions agricoles est vraiment très faible et possiblement nul pour l'Hérault (aucune hermine n'y a été détectée entre 2004 et 2012). Pour le département du Tarn où aucune détection n'a également été signalée (RUETTE et al., 2004), le modèle suggère qu'il pourrait y avoir quelques hermines non détectées dans le nord et l'est du Tarn (carte 6 in CALENGE et al., 2016), en marge des populations du Massif Central.

Montagne Noire tarnaise :

En quarante ans de piégeage intensif dans l'est de la Montagne Noire, Claude Roques (in litt.) a capturé à Roque Fleury (Saint-Amans-Soult) 3 hermines, 2 en pelage d'été en 2016-2017, et une en pelage blanc il y a 20 ans environ (altitude : 750 m). Il considère que l'espèce est peut-être encore présente, mais rare.

L'Atlas des mammifères sauvages de France de 1984 signale l'Hermine dans la Montagne Noire (DELATTRE, 1984). Ces observations ont été réalisées par Jean-Jacques Planas qui a assuré une pression d'observation quotidienne, à l'année, sur sa propriété située entre Sorèze et Arfons, dans le cadre notamment de son activité d'éleveur. Ses qualités de naturaliste lui ont permis d'effectuer un certain nombre d'observations concernant la faune sauvage. Malheureusement pour celles que nous traitons ici, je n'ai pu obtenir que la localité et la période, toutes ayant été effectuées avant 1979 :

- 1 hermine en pelage blanc à la pisciculture de Ramondens (Arfons) (altitude : ±720 m) ;
- 1 hermine en pelage blanc à Granjou (Sorèze) (altitude : ±700 m) ;
- 1 hermine en pelage blanc à Malamort (Durfort) (altitude : ±400 m) ;
- 1 hermine en pelage tacheté à Malamort (Durfort) (altitude : ±400 m).

L'espèce a été identifiée en 2014 dans

une pelote de Grand-duc d'Europe *Bubo bubo* sur la commune de Sorèze (Daniel Beauthéac in TAVERNIER *et al.*, 2022) et un individu en pelage blanc a été observé en janvier 1979 à Lacombe, commune audoise attenante au département du Tarn (source ONCFS, Françoise Poitevin, in litt.).

Grésigne et nord du département du Tarn :

L'Hermine, donnée présente dans le massif de la Grésigne (HERRENSCHMIDT & REGOST, 1979), ne pénétrerait guère cette forêt d'après Bernard Alet qui a largement prospecté ce massif durant sa thèse et qui n'a ensuite indiqué aucune observation dans les publications régionales auxquelles il a contribué (ALET, 1981). L'Atlas des mammifères sauvages de France de 1984 signale le mustélidé en Grésigne et sur la bordure avec le Tarn-et-Garonne et l'Aveyron, sans précision des communes

concernées (DELATTRE, 1984).

Bien que les informateurs enquêtés (Associations départementales des piégeurs agréés, Fédération départementales des chasseurs et Services départementaux de l'ONCFS) aient déclaré ne pas avoir connaissance de l'Hermine dans le département du Tarn en 1999 (RUETTE *et al.*, 2004), l'Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées s'appuie sur cette publication pour attester de sa présence dans la partie nord du Tarn et du Tarn-et-Garonne (ARTHUR, 2011).

Le statut de l'Hermine reste donc imprécis dans cette région et nécessite à l'évidence de plus amples prospections. Il est à noter qu'une hermine en pelage blanc a été capturée et naturalisée avant 1978 à Lescure-Jaoul (12), commune attenante au département du Tarn (altitude : ±500 m). Aucun autre contact n'a été signalé depuis cette observation de Jean Déléris.



Monts d'Alban :

Une Hermine a été identifiée par Christian Riols dans une fèces de Genette *Genetta genetta* que j'ai récoltée au pied d'un habitat rupestre en avril 1978 dans les gorges de l'Oulas (altitude : ±480 m).

Monts de Lacaune :

« *Il est un autre mustélien précieux, fort rare, dont il m'a été donné de constater la présence sur nos montagnes* (NDR : canton de Murat-sur-Vèbre). *C'est l'hermine (Putorius herminea) que j'ai vue plusieurs fois allongeant son blanc corsage le long de quelque ruisseau solitaire* » (RASCOL, 1881). Cette ancienne localité peut être mise en relation avec l'observation du col de l'Ourtigas, dans l'Espinouse (voir infra), et avec celle d'un individu au Pont de la Prade à Nant (Aveyron) le 6/07/2023 (Jean-François Lepetit in www.faune-tarn-aveyron.org), distante de 50 km environ de ce canton tarnais.

Une hermine a été signalée par erreur au Roc du Montalet (Lacaune) en 2003 dans l'Atlas des mammifères sauvages de Midi-Pyrénées (Arthur, 2011). Cette observation concernait en fait une belette (F. Néri, in litt., 30/01/2013).

Département de l'Hérault

Les Atlas des mammifères sauvages de France ne signalent pas la présence de l'Hermine dans ce département (DELATTRE, 1984 ; LACOSTE & MUXART, 2024) et l'Encyclopédie des carnivores de France n'apporte aucun élément sur sa répartition, en dehors du signalement de sa rareté en zone méditerranéenne (DELATTRE, 1987). L'étude récente de l'OFB (CALENGE *et al.*, 2015 ; Clément Calenge, in litt.) permet de conclure que l'effectif des différentes petites régions agricoles y serait au mieux vraiment très faible,

mais plutôt possiblement nul. D'ailleurs, aucune hermine n'y a été détectée entre 2004 et 2012 (RUETTE *et al.*, 2004)).

Espinouse-Caroux :

Une hermine (une « grosse belette » ayant le bout de la queue noir) a été observée dans un habitat pierreux du bas des gorges d'Héric (Mons-la-Trivalle) (±200 m d'altitude), dans les années 1960-70 (Gilbert Affre, in litt). Une autre a été observée dans le pierrier (altitude : ±930 m) longeant la piste qui relie le hameau de Douch au plateau du Caroux (Rosis) en 1981 (Frédéric Néri) et une autre sur ce même site le 9/07/2001 (Thierry Aragon). Toujours sur la commune de Rosis, un autre individu a été contacté en juillet 1989 au col de l'Ourtigas (altitude : ±990 m), près de pierriers (Georges Janeau). Ces observations sont espacées de 8 km. Pour mémoire, l'observation effectuée sur le canton de Murat-sur-Vèbre (RASCOL, 1881) avait été effectuée à environ une dizaine de km de celle du col de l'Ourtigas.

Clermontais :

Deux hermines avaient été identifiées par Christian Riols dans des pelotes de Grand-duc d'Europe que j'avais collectées (CUGNASSE & RIOLS, 1986), la première au Mas Roujou (Lieurancabrières) le 28/11/1977 et la seconde (un jeune mâle) au Pic du Vissou (Cabrières) en 1982 (altitude : respectivement ±250 m et ±480 m), soit à 5 km l'une de l'autre. La première de ces deux déterminations ne peut être formellement retenue car elle a pu être fondée sur des critères invalidés aujourd'hui. En revanche, la seconde concerne de façon certaine un jeune mâle d'Hermine.

Minervois :

Une hermine avait été identifiée par Christian Riols dans une pelote de Grand-

duc d'Europe que j'avais collectée à Camplong (Félines-Minervois) (altitude : ± 270 m) en avril-mai 1978 (CUGNASSE & RIOLS, 1986). Pour la même raison que précédemment, cette détermination ne peut être formellement retenue. Par ailleurs, l'Atlas des mammifères sauvages de France mentionnait 2 localités de présence de l'Hermine dans le Minervois audois (DELATTRE, 1984) et un individu en pelage blanc a été observé en janvier 1979 dans la Montagne Noire audoise (Lacombe, altitude : ± 720 m) par l'ONCFS (Françoise Poitevin, in litt.).

Littoral :

Une hermine adulte a été observée le 11/09/2020 à Belle-Vue (Vendres), (altitude : ± 2 m), soit à 40 km de celle des gorges d'Héric, dans un milieu ouvert sablonneux et parsemé d'arbustes (*Tamarix gallica* notamment), à proximité d'un bois de pins, dans une zone non urbanisée composée de pâtures utilisées par des troupeaux de type manade. L'eau

y est présente toute l'année par la gestion de canaux. Cette zone à cheval sur les départements de l'Hérault et de l'Aude fait partie de l'ancien lit du fleuve Aude. L'individu se déplaçait tranquillement le long du sentier et, n'ayant pas repéré l'observateur, il s'est éloigné en suivant le sentier ce qui a permis un suivi aux jumelles (distance minimum : ~ 15 m). L'individu ressemblait à une « grosse belette » avec le bout de la queue noir bien visible (Patrick Besançon, in litt.).

Discussion

Le statut de l'Hermine dans les départements du Tarn et de l'Hérault est mal connu, et la rareté d'observations « récentes » rend difficile un diagnostic clair, d'autant que la variabilité anatomique de l'espèce n'est pas rigoureusement établie pour cette région. Sa présence est toutefois confirmée dans les deux départements (les observations du Mas Roujou et de



© Jean-Marc CUGNASSE (A France)

Camplong nécessitent d'être confirmées car le matériel ostéologique n'a pas été conservé), dans des pas de temps spatio-temporels étendus, ce qui révèle qu'il n'y a pas eu de hiatus entre les populations du Massif Central et des Pyrénées, mais possiblement une raréfaction en lien avec l'effondrement des populations du Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) à partir de 1953-1954, suite à l'épidémie de la myxomatose.

La présence actuelle de l'Hermine, notamment sa confirmation récente dans la Montagne Noire et dans l'Hérault, semble suggérer une distribution sporadique avec une présence en faible densité et/ou dans des habitats peu favorables à sa détection. Cette hypothèse pourrait se voir renforcée par deux autres contacts récents : un adulte le 20 juin 2000 dans les collines méditerranéennes des « Hautes Corbières », au col de l'Auzine (Cucugnan, 11), à 603 m d'altitude (Christian Riols), soit à ± 68 km de celui de Vendres ; un individu adulte à l'automne 2005 ou 2006 près de la Capelière (Arles) lors d'une séance de baguage (Pèire Thouy et Jérôme Paoli, com. orale), région où sa présence n'a pas été signalée à ce jour (CORAIL, 2016).

La rareté des signalements pourrait être pour partie due à la faible pression d'observation des mammalogistes, à un faible engouement de prospection généré par la réputation de son absence, et à la possibilité de confusion avec la Belette lors de rencontres fugaces. Dans le département du Tarn, aucun contact récent avec l'Hermine n'a été signalé sur le site www.faune-tarn-aveyron.org au 22/05/2024 alors que 83 l'ont été pour la Belette. Dans le massif du Caroux-Espinouse, le nombre de contacts est faible malgré une très forte pression d'observation par les personnels réalisant des recherches sur la faune sauvage et

le passage régulier de naturalistes : 3 contacts avec l'Hermine pour 15 avec la Belette d'Europe. En revanche, son observation et donc sa détection sont habituelles en Aveyron dans sa zone de présence régulière. Son signalement pourrait donc être pour partie lié à son abondance et à sa détectabilité, en relation avec les fluctuations cycliques de ses effectifs (DELATTRE, 1987), et aux habitats qu'elle fréquente. Mais dans tous les cas, la réduction de son aire de distribution et de ses effectifs peut être actée au niveau des départements étudiés.

Les facteurs ayant joué défavorablement sur l'évolution de ses populations ne semblent pas inclure les prélèvements effectués par les piégeurs mais plutôt la réduction/fragmentation des habitats favorables et/ou la raréfaction de ses proies principales. Certaines pratiques agricoles (réduction des linéaires de haies, agrandissement des parcelles agricoles, moindre diversité des cultures, ...) et le retour de l'espace forestier, spontané ou artificiel dans les massifs en déprise agricole, ont modifié considérablement la structure des habitats qui pouvaient lui être favorables dans un passé récent, et réduit les ressources trophiques.

Les efforts de prospection pourraient être portés sur des zones ayant encore de bonnes densités de Lapin de garenne ou de certains rongeurs, les populations les plus stables du mustélidé se rencontrant actuellement dans de tels secteurs (RUETTE et al., 2004). L'apparition du pelage entièrement blanc en hiver (sauf le pinceau terminal noir), généralement circonscrite aux zones à fort enneigement (BOURGEOIS, 2018), est attestée dans le Tarn à ± 400-700 m d'altitude. Elle l'est également dans des zones limitrophes du Tarn, en Montagne Noire audoise (Lacombe, janvier 1979 ; altitude : ± 720m) et en Aveyron (individu

naturalisé à Lescure-Jaoul, altitude : \pm 500 m). Elle est régulière de mi-novembre à fin-mars du Lévézou à l'Aubrac (LPO Aveyron, 2008) et un individu a été photographié à Alrance (altitude : 730 m), à \pm 20 km du département du Tarn et \pm 40 km du département de l'Hérault, par Philippe Bru (LPO 12), le 19 février 2023. Ce caractère est de nature à faciliter la détection car l'albinisme est exceptionnel chez les petits carnivores, excepté chez le Vison d'Amérique *Neovison vison* dans ces deux départements (CUGNASSE ET FOURNIER, 2022).

Remerciements

Les auteurs remercient Françoise Poitevin pour son information relative à la discrimination ostéologique entre la Belette et l'Hermine dans la région méditerranéenne. Ils remercient également pour la mise à disposition de leurs observations Gilbert Affre (†), Thierry Aragon (ONCFS), Patrick Besançon (LPO), Philippe Bru (LPO), Jean Déléris, Georges Janeau (INRA), Jean-François Lepetit (LPO), Frédéric Néri, ONCFS, Jérôme Paoli, Jean-Jacques Planas (†), Claude Roques et Pèire Thouy. Ils remercient enfin Philippe Bru et Jean-Pierre Malafosse pour la mise à disposition de photos.



Bibliographie

ALET B. (1981). Etude préliminaire sur les Mammifères de Grésigne (Tarn). *Bull. Soc. Protection Nature Midi-Pyrénées*, 14: 10 p.

ARTHUR C.P. (2011). Hermine. In : JACQUOT E. (coord.), 2011. *Atlas des Mammifères sauvages de Midi-Pyrénées – Livret 3 – Carnivores*. Coll Atlas naturalistes de Midi-Pyrénées. Editions Nature Midi-Pyrénées : 46-49.

BOURGEOIS G. (2018). Les Mustélidae (carnivora) du Pléistocène du sud de la France: Approche paléontologique, biométrique et de morphométrie géométrique des genres *Gulo*, *Martes*, *Mustela* et *Meles*. Thèse de doctorat. Université de Perpignan.

CALENGE C., CHADŒUF J., GIRAUD C., HUET S., JULLIARD R., MONESTIEZ P., PIFFADY J., PINAUD D. & RUETTE S. (2015). The spatial distribution of Mustelidae in France. *PLoS one*, 10 (3), e0121689.

CALENGE C., ALBARET M., LÉGER F., VANDEL J.M., CHADŒUF J., GIRAUD C., HUET S., JULLIARD R., MONESTIEZ P., PIFFADY J., PINAUD D. ET RUETTE S. (2016). Premières cartes d'abondance relative de six mustélidés en France. Modélisation des données collectées dans les « carnets de bord petits carnivores » de l'ONCFS. *Faune Sauvage*, 310 : 17-23.

CORAIL M. (2016). L'Hermine *Mustela erminea*, in LPO PACA, GECEM & GCP. *Les Mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotopie, Mèze : 190-191.

CRÉGUT-BONNOURE E., BOULBES N., DESCLAUX E. & MARCISZAK A. (2018). New insights into the LGM and LG in Southern France

(Vaucluse): The mustelids, micromammals and horses from Coulet des Roches. *Quaternary*, 1(3), 19 ; <https://doi.org/10.3390/quat1030019>.

CUGNASSE J. M. (1986). Liste commentée des vertébrés du Tarn : Oiseaux., Mammifères, Reptiles, Batraciens. *GOT* : 1-32.

CUGNASSE J. M. & RIOLS C. (1986). Présence de l'Hermine *Mustela erminea* en Hérault. *Arvicola*, 1: 4.

CUGNASSE, J-M. & FOURNIER P. (2022). Présence de Visons d'Amérique (*Neovison vison*) blancs dans la population du Haut-Languedoc. *Plume de Naturalistes*, 6: 131-140.

DELATTRE P. (1984). L'Hermine *Mustela erminea* : 126-127. In: FAYARD A., Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Muséum national d'histoire naturelle (Paris). Secrétariat de la faune et de la flore, & France. Ministère de l'environnement. (1984). *Atlas des mammifères sauvages de France*. Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères.

DELATTRE P. (1987). L'Hermine (*Mustela erminea* Linnaeus 1758) : 37-73. In : *Encyclopédie des carnivores de France*, N°12. Société française pour l'étude et la protection des mammifères.

DELPECH F. (1989). Les Mustélidés. In: *Gallia préhistoire*. Suppléments, supplément 27. La baume de Gigny (Jura) : 61-68.

HERRENSCHMIDT V. & REGOST M. (1979). Contribution à l'étude éco-éthologique du sanglier. Rapport de stage, INRA.

HUGUENEY M. (1975). Les Mustélidés

(Mammalia, Carnivora) du gisement Pléistocène moyen de La Fage (Corrèze). *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon*, 13: 29-46.

KING C.M. (1983). *Mustela erminea*. *Mammalian Species*, 195: 1-8.

LACOSTE (DE) N. & MUXART V. (2024). *Mustela erminea* Linnaeus, 1758, Hermine : 254-261. In : SAVOURÉ-SOUBELET A., AULAGNIER S., HAFFNER P., MAILLE A., MOUTOU F., RICHARD-HANSEN C., RUETTE S. & VERON G. (coord.) 2024. *Atlas des mammifères sauvages de France volume 3 Carnivores et Primates*. Muséum national d'histoire naturelle, Paris ; OFB, Vincennes, 616 p. (Patrimoines naturels ; 85).

LPO AVEYRON (2008). *Faune sauvage en Aveyron-Atlas des vertébrés*. Editions du Rouergue.

LPO PACA, GECM & GCP. (2016). *Les Mammifères de Provence-Alpes Côte d'Azur*. Edition Biotope, Mèze, 344 p.

RASCOL M. (1881). Faune du canton de Murat. *Revue du département du Tarn*, 3 : 57-62.

RUETTE S., LÉGER F., ALBARET M., STAHL P., MIGOT P. & LANDRY P. (2004). Enquête sur la répartition de la Martre, de la Fouine, de la Belette, de l'Hermine et du Putois en France. *Faune sauvage*, 263, 28-34.

TAVERNIER G., PENA R. & BEAUTHÉAC D. (2022). Le régime alimentaire du Grand-duc d'Europe *Bubo bubo* dans le sud du département du Tarn, de 2009 à 2019. *NOS OISEAUX*, 1 (547), 69.

Pour citer cet article :

CUGNASSE, J-M. & C. Riols. 2024.
L'Hermine *Mustela erminea* dans les départements du Tarn et de l'Hérault.
Plume de Naturalistes 8 : 149-158.

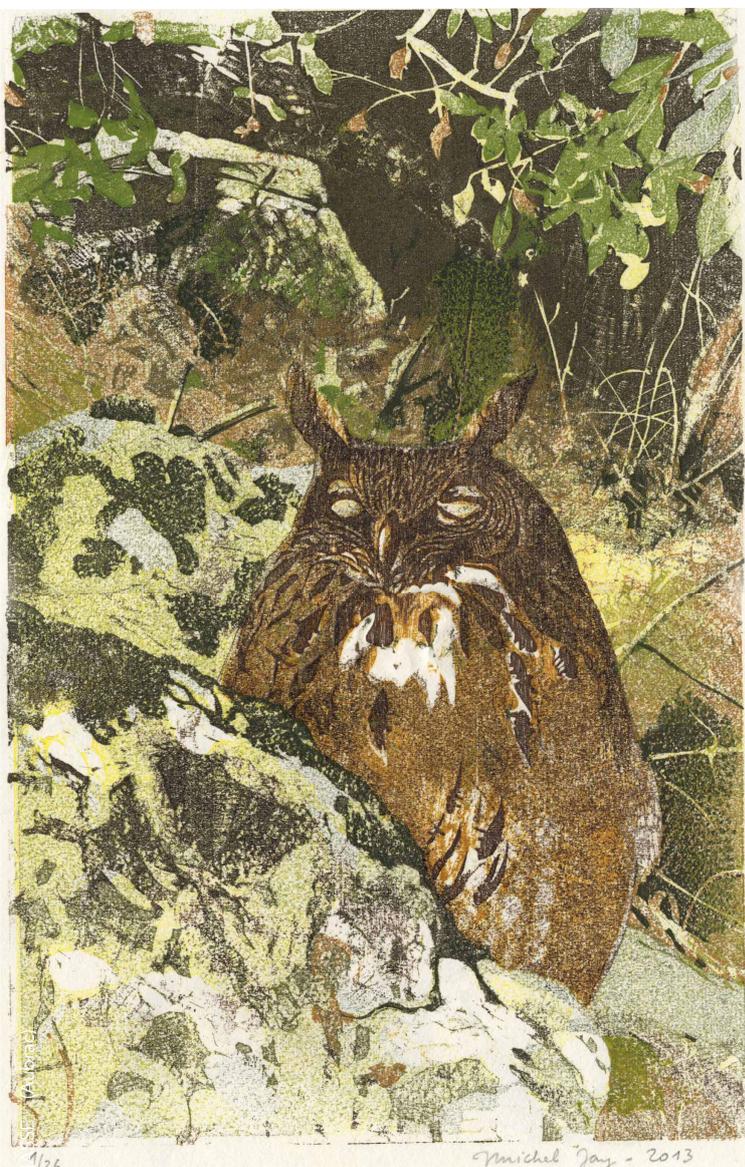
ISSN 2607-0510

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



Sur un cas remarquable d'extrême familiarité d'une femelle de Grand-duc.

Par **Denis BUHOT** (buhot.denis@wanadoo.fr)



Fin février 2024, suite au signalement d'un mâle chanteur de Grand-duc d'Europe, je repère une femelle avec deux jeunes d'une dizaine de jours dans une petite grotte.

L'aire surplombe un sentier très fréquenté, passant 30 m sous l'aire et grimpant jusqu'à procurer une vue à niveau, à environ 80 m.

Le site est un petit ravin très fréquenté, en bordure d'une importante agglomération méditerranéenne. L'endroit est très prisé pour la promenade, l'entraînement au trail ou au VTT.

Dès lors, moi-même qui m'y rendrai presque quotidiennement et tous les observateurs de confiance à qui j'ai montré l'endroit, irons de surprise en surprise...

Les faits

Lors de sa découverte, l'oiseau, très actif sur l'aire, ne regarde l'observateur qu'à l'occasion. On sait comment la majorité des femelles se sachant observées sont tassées sur l'aire, yeux quasi-fermés, absolument immobiles, sans jamais quitter du regard un observateur parfois distant de plus de 100 m. Rien de tel ici. La femelle nourrit longuement, passe de très longs moments debout sur le bord de l'aire, parfaitement visible du sentier, en plein soleil comme l'espèce aime le faire quand elle est en confiance.

L'après-midi suivante, la femelle quitte l'aire après avoir nourri et vient se percher à une dizaine de mètres de nous, dans un pin d'Alep. L'arbre domine le sentier. Quelques instants après, elle laisse un groupe de promeneuses passer, puis s'arrêter pour discuter trois mètres sous elle, sans manifester la moindre crainte.

Par la suite, plusieurs fois, elle viendra spontanément se percher sur d'autres postes, de jour ou au crépuscule, à une dizaine de mètres de nous (toujours à découvert). Un autre jour, alors que nous nous sommes assis par mégarde sous ce même arbre dont nous ignorons encore qu'il est un perchoir régulier, nous repérons après quelques minutes la femelle juste au-dessus de nous, parfaitement visible en contre-jour. Nous l'avons approchée sans le savoir. Elle ne s'amincit même pas, garde les yeux ouverts et ses aigrettes sont à peine dressées. Elle décolle sans la moindre crainte au bout de quelques minutes et passe à 15 m à niveau d'un promeneur assis dans la pente. Nous constaterons ensuite que ce pin d'Alep juste au dessus du chemin lui sert de poste d'où elle surveille ses jeunes. Nous l'y trouverons pratiquement tous les jours pendant plus d'un mois, absolument

indifférente au passage juste sous elle. Elle fait des navettes entre ce poste et l'aire plusieurs fois par jour, alors même que des promeneurs sont sur le site et ne peuvent manquer de la voir. D'une manière générale, l'activité et les déplacements diurnes de cette femelle, presque chaque jour observée en pleine lumière, posée à découvert ou en vol, n'ont rien de comparable avec ce que j'ai pu observer ailleurs. Sur ce site de dimension très réduite, la rareté des corvidés favorise sans doute cette activité diurne.

A l'occasion d'une de mes visites, j'échange avec un promeneur manifestement au courant de la présence de l'oiseau. Géologue, très attentif à son environnement, il l'a repéré par hasard et une application d'IA lui a fourni l'identification. Il se dit émerveillé et fasciné par ce que, sans autre expérience, il considère à juste titre comme des circonstances exceptionnelles, et il vient pratiquement tous les jours. Il me montre nombre de photos, réalisées parfois à moins de dix mètres, de la femelle dans l'arbre ou sur des perchoirs rocheux aux environs. A chaque fois, il a approché à découvert, et l'oiseau l'a laissé faire. Je le dissuade cependant de renouveler trop souvent l'expérience, au moins lorsque l'oiseau est visiblement en phase de repos diurne.

Pour autant, il a été surpris par son envol d'une vire située 2 m sous lui, alors qu'il se promenait sur un sentier en bord d'escarpement, et alors qu'il ne pouvait pas être vu de l'oiseau. Il avait observé auparavant un envol comparable d'un gîte diurne situé sous un surplomb pendant que deux grimpeurs s'affairaient à l'installation d'une corde de rappel 2-3 m au-dessus et environ 10 m plus en amont, là encore sans être vus de l'oiseau. Il semble donc que, classiquement, l'oiseau tolère très

bien une approche par un intrus qu'il a le temps de voir, identifier et jauger et dont il n'a pas appris à se méfier, mais pas un bruit proche et soudain qui le surprend et dont l'origine est inconnue, surtout par dessus.

Un dimanche de mi-mars, une chute grave se produit à l'aplomb exact de l'aire. Les pompiers s'affairent pendant deux heures. La femelle observe depuis l'aire cette agitation bruyante juste sous elle. Au crépuscule, puis à la nuit, nous assistons à trois tentatives d'hélicoptère. Le site est resserré, arbres et ligne électrique gênent la manœuvre. A chaque tentative, l'hélicoptère s'immobilise en stationnaire, à 40 m de l'aire et à niveau, avec le bruit et le souffle qu'on imagine. Nous observons en contrebas. La femelle ne quitte pas l'aire. La nuit venue, elle supporte les phares

qui balayent le nid. Le lendemain, elle est avec ses jeunes comme d'habitude.

Deux fois, en notre présence, la femelle attaque les chiens des promeneurs. La première fois alors qu'elle se rend à l'aire en fin de soirée. Deux promeneuses passent en crête au dessus de l'aire. L'oiseau fait une passe d'intimidation au ras du chien. Les promeneuses qui regardent leurs pieds n'ont rien vu. Une autre fois, en plein après-midi, la femelle quitte l'aire et se perche sur une branche basse du pin d'Alep déjà mentionné, alors qu'un promeneur et son chien qui remontent le sentier viennent de le dépasser. De là, elle décolle avec une alarme sonore et fait une passe sur le chien. Le promeneur la voit et pousse un cri de surprise.

Exactement en face de l'aire, en avril, les



La femelle, photographiée à quelques mètres : la netteté de l'arrière-plan montre l'extrême proximité du photographe (moins de 10 mètres, à découvert). L'oiseau ne lui prête pas vraiment attention et son attitude est parfaitement naturelle.

lapins sont très réguliers sur une pente pierreuse un peu dégagée. La femelle s'avance au bord de l'aire vers 18h, quand la lumière baisse. De là, elle tente et souvent réussit une capture. Il fait encore bien jour, nous sommes postés à 70 m, un peu au dessus d'elle, parfaitement en évidence, et notre présence ne la dissuade pas. Elle reste de très longues minutes sur sa proie, puis la porte à l'aire si elle est assez petite, la laisse sur place une fois bien morte dans le cas contraire, et revient la chercher pendant la nuit (nous la retrouvons sur l'aire le lendemain).

Discussion

Que penser d'une telle familiarité ? J'ai connu au début des années 1980 des adultes très peu farouches. Un mâle m'a chargé, en plein jour, à l'imitation du chant, me forçant à me baisser. Mais ce fait semblait attribuable à l'inverse à l'absence de contact avec l'homme dans des environnements très dépeuplés, comme dans l'Aude. Près du lac de Tibériade, dans les années 1980, deux photographes d'une aire de Grand-duc au sol étaient contraints par les attaques des adultes d'approcher la tête protégée par un casque intégral. La tolérance au souffle et au vacarme d'un hélicoptère tout proche n'est peut-être pas si étonnante, dès lors que l'oiseau ne peut associer directement ces phénomènes à un danger connu. Pareil pour la tolérance à l'éclairage. D'une manière générale aussi, il est assez facile de voir l'espèce de près dans l'obscurité bien avancée, dans laquelle sa méfiance diminue très sensiblement. Le cas décrit n'est pas comparable, cependant.

L'oiseau ne porte pas de bague, si bien que son histoire restera incertaine. Oiseau imprégné ? Le fait qu'il se reproduise

ne l'exclut pas absolument. Il est très improbable qu'il s'agisse d'un oiseau provenant d'un centre de soins : les oiseaux y sont conservés dans des conditions faites pour minimiser la familiarisation et, une fois passé l'éventuel état de choc, ils y manifestent une crainte très normale. Le plus vraisemblable semble finalement que cette femelle, nichant sur le site depuis deux ans au moins, se sera habituée à une présence humaine dense, très proche, et « pacifique », le site n'étant plus chassé du fait même de sa fréquentation. Des rencontres fortuites, puis plus ou moins provoquées par des promeneurs (nous avons constaté depuis que l'oiseau a été remarqué, forcément) ont pu achever de « convaincre » cet individu que notre espèce ne présentait pas de danger. En tout cas, la tolérance à la présence humaine, sans doute grande à l'origine mais renforcée par l'expérience, a permis à cette femelle d'occuper un site très favorable (pour ce qui concerne tous les autres critères nécessaires) sans y être rapidement éliminée (issue qui aurait été probable dans le passé), et peut être aussi sans y subir de concurrence intra-spécifique. Une chose est sûre : le mâle, lui, ne s'est pas habitué. Nous ne l'avons jamais vu sur le site même. Il chante presque tous les soirs au loin et ses gîtes diurnes sont distants de plusieurs centaines de mètres.

Ce cas particulier pourrait illustrer une tendance qui semble se développer : la (re?) familiarisation de certaines espèces non gibier réputées extrêmement farouches, attribuable sans doute à la raréfaction des tirs et l'arrivée de générations d'animaux n'ayant probablement pas connu une persécution intense.

Le comportement de l'Aigle royal en Palestine, depuis la Guerre des Six-Jours et la disparition des armes en zone occupée (et donc de la chasse et de l'élimination des

individus les plus confiants), montre que les premiers signes de cette familiarisation peuvent être rapides (une quinzaine d'années). Au tout début des années 1980, près de Béthléem, j'ai pu voir un couple nicher quelques années sur un arbre, dans un monastère de la banlieue de Jérusalem où il tolérait les touristes venus l'admirer à une centaine de mètres et fracassait les tortues sur fond d'immeubles et de tours du quartier de Gilo (**Note 1**).

En liaison avec une chasse moins intense, il convient de souligner aussi la pénétration sans cesse croissante des milieux par les activités de loisirs/sportives, invasives, potentiellement nocives mais non directement hostiles et multipliant les occasions de fréquentation réciproque pacifiée. Au moins en règle générale, car on sait par exemple que des attaques d'aigles royaux sur des parapentistes (**Note 2**) se sont produites ces dernières années. J'ai moi-même documenté un cas tout à fait étonnant de familiarité de l'espèce aux abords immédiats d'une aire de décollage (**Note 3**).

En Espagne, dans la cordillère bétique, on sait aussi qu'une sous-population d'Aigle royal s'est rapprochée de l'homme et de ses villages et y concurrence l'Aigle de Bonelli sur des sites de qualité en apparence très médiocre. Des aigles royaux sont ainsi photographiés perchés sur les toits des maisons (**Note 4**).

En France, on assiste peut-être depuis peu, localement, à des conditions de proximité de la faune et d'une population humaine très dense mais relativement inoffensive. Ces conditions de proximité réciproque pourraient devenir comparables à la situation prévalant sans doute dans les années 1830 dans des campagnes surpeuplées (**Note 5**), avant que la pratique du tir de loisir indiscriminé par les bourgeois des villes proches ne produise les ravages que l'on sait

(**Note 6**). La familiarité résultant de cette fréquentation rapprochée aurait même pu, exceptionnellement, se traduire par des comportements agressifs, aux abords des sites de reproduction notamment. On se souvient du cas tout récent de cette buse dont l'agressivité a motivé l'interdiction d'un sentier par l'ONF. Il est très improbable de nos jours qu'il puisse s'agir d'un individu issu de captivité.

Aujourd'hui, sur le site objet de la présente note, il paraît peu douteux que, si l'aire était accessible, l'homme qui se risquerait trop près ferait l'objet d'une charge d'intimidation... S'ils ont été largement exagérés évidemment et déjà médiatiquement exploités pour les besoins du sensationnel, s'ils reposent de toute manière sur des cas isolés, on ne peut donc pas exclure que les récits de la fin du XIX^e siècle d'agression de grands rapaces sur des hommes trouvent leur origine dans une certaine audace de la faune dans les décennies précédant la pacification radicale par le fusil... Lorsque l'on accepte d'y réfléchir, le fait est que leur invraisemblance n'a été jugée qu'à partir de l'expérience contemporaine – jugée seule recevable – d'une faune sélectionnée/instruite par un plus d'un demi-siècle de persécutions systématiques (**Note 7**).

Remarquons que la pénétration des milieux évoquée plus haut est réciproque : l'homme envahit ses milieux mais, en retour, le Grand-duc semble localement se rapprocher, pour se reproduire et/ou chasser, des environnements périurbains ou même urbains (**Note 8**), sans doute parce qu'ils offrent une quantité et une variété de proies que les milieux naturels n'offrent plus toujours, ainsi qu'une sécurité paradoxale. Ce type d'environnements très favorables pourrait sélectionner les individus les mieux aptes, par leur confiance originelle et/ou leur adaptabilité, à les exploiter. Cette

tendance faciliterait encore les occasions de rencontres « harmonieuses » avec l'homme. Semblable rapprochement des zones urbanisées s'observe aussi pour le Sanglier, le Lynx et localement même l'Ours ou le Loup (Note 9). Le cas de ce couple de grands-ducs belge nichant derrière les géraniums d'un balcon est sans doute attribuable à des oiseaux issus de captivité ; mais en France, ce couple nichant dans un lycée montpelliérain, celui qui chasse à Clermont-l'Hérault, celui que j'ai connu nichant à Uzès dans les années 1970 ou encore celui que j'ai vu avec ses jeunes dans un petit ravin broussailleux d'un lotissement, sont des exemples d'un comportement devenu relativement courant chez les individus sauvages.

A ma connaissance cependant, le phénomène ne s'est jamais à ce jour accompagné d'une familiarité comparable avec celle décrite ici et rappelle plutôt la manière dont le Faucon crécerellette, même nicheur en village, conserve sa méfiance vis-à-vis de l'homme, surtout

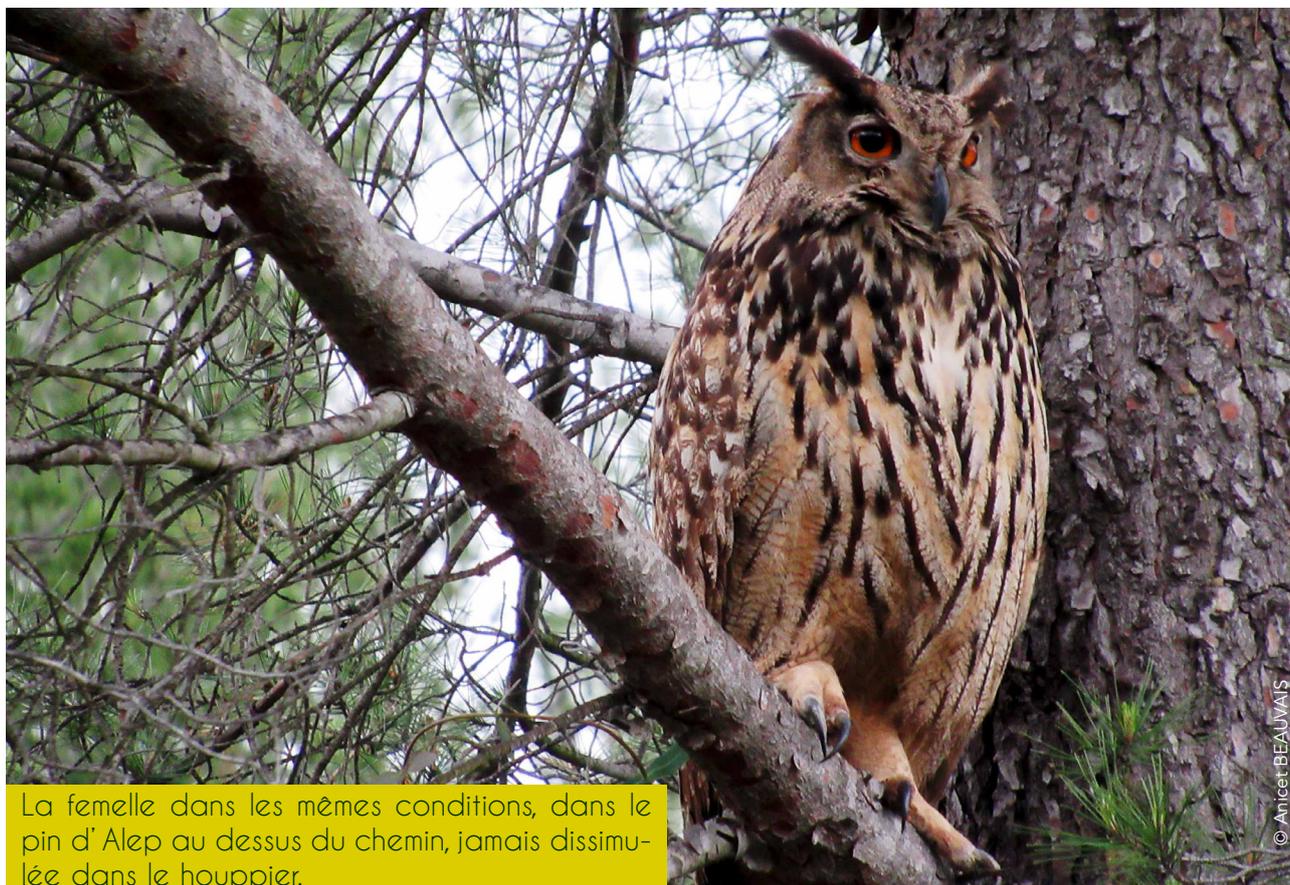
dès que ce dernier s'aventure hors de son « étage » d'évolution normal.

Le cas décrit ici semble donc tout à fait singulier. Assurément individuel et local, il pourrait cependant inciter à une forme d'optimisme (prudent). Mais surtout, rapproché des tendances lourdes évoquées plus haut, il peut conduire à penser que notre manière de concevoir les rapports et la proximité homme/faune va devoir évoluer à terme.

Remerciements

Merci à A.B., qui m'a signalé le chant du mâle ; à Agnès Dioux pour le partage de ses observations ; à Anicet Beauvais pour ses photos ; à Jean-Marc Cugnasse pour ses remarques et indications ; à l'équipe éditoriale de la revue, pour sa réactivité et sa compétence.

La rédaction remercie chaleureusement Michel Jay pour la reproduction de sa gravure sur bois p. 159.



La femelle dans les mêmes conditions, dans le pin d'Alep au dessus du chemin, jamais dissimulée dans le houpplier.

© Anicet BEAUVAIS

NOTES

NOTE 1.

En Israël toujours, après une longue histoire de persécution, le loup a profité de dispositions protectrices pour rétablir au moins partiellement ses effectifs dans le Negev. Avec la conséquence d'une « familiarisation » et d'un « dé-sensauvagement » tels que les interactions avec l'Homme en sont devenues localement problématiques (par exemple : <https://fr.timesofisrael.com/un-loup-tire-une-fillette-hors-de-sa-tente-au-camping-de-mamshit-non-loin-de-dimona/>). Le Times of Israel n'est certes pas connu pour ses positions pro-palestiniennes, mais il n'a rien d'une feuille de chou sensationnaliste, et des incidents comparables se sont produits voici 2 ans, non loin de Dimona, à Ein Gedi.

Semblables références, en France, peuvent passer pour une provocation, mais il serait peut-être temps que devienne largement acceptée une idée toute simple : il est de la nature de la nature de ne pas être tout à fait « convenable »... la respecter ne peut être partiel ou conditionnel, mais suppose d'en accepter un risque, tout à fait minime du reste.

NOTE 2.

Une de ces attaques visant le pilote (il ne s'agit pas de collisions accidentelles) est toute récente : https://www.bfmtv.com/animaux/il-m-a-attaque-par-derriere-un-aigle-royal-blesse-un-parapentiste-une-cinquantaine-de-plaies-sur-son-corps_AN-202404180396.html. Le risque, minime, est devenu assez réel pour que des sites spécialisés aver-

tissent les pratiquants de vol libre. Par exemple <https://www.airshop-parapente.com/attaque-par-un-aigle/>. Profitons-en pour poser une précaution de méthode : les sources médiatiques (en l'occurrence BFMTV...) ne sont certes pas des références scientifiques. Il est cependant facile de vérifier que les faits rapportés, dans cette occasion et d'autres plus bas, ont fait l'objet d'une couverture de presse assez diverse pour ne pas prêter à contestation.

NOTE 3.

Quelques hypothèses sur l'impact du vol libre sur la reproduction de l'Aigle royal : à propos d'un « cas » paradoxal dans les Alpes-de-haute-Provence (04). <http://www.gopa-pyrénées.fr/wp-content/uploads/2016/09/aigles-parapentes.pdf>.

Assez symptomatiquement, ce modeste papier a été jugé au mieux sans intérêt par la revue généraliste auquel je l'avais initialement proposé. Notre discipline est devenue insensible à la vertu heuristique de la « case study », méthode parfaitement légitime ailleurs.

NOTE 4.

BAUTISTA *et alii*, Golden eagles and humans expansion to human dominated landscapes, *Wilder South*, 2022.

NOTE 5.

La France mérite à cette époque d'avoir été surnommée la « Chine de l'Europe » (par exemple : <https://www.persee.fr/>

[doc/rhmc_0048-8003_1970_num_17_3_2078](#)).

Notre pays est alors de très loin le pays le plus jeune et le plus peuplé d'Europe, et l'exode agricole, puis rural, consécutif aux deux révolutions industrielles, en est à ses tout débuts.

NOTE 6.

De quand faut-il dater, en France, une persécution de la faune gibier et surtout non gibier assez systématique pour y installer une méfiance radicale envers l'Homme, ne serait-ce que par la sélection des individus les plus farouches ?

Les cas particuliers de l'Ours et du Loup mis à part, l'histoire exacte d'une telle persécution à grande échelle reste à faire, mais nous ne croyons pas si ridicule d'imaginer un passé pas si lointain de coexistence relativement pacifique entre la faune sauvage et notre propre espèce. Les documents (cf. le célèbre « retour de la chasse aux vautours ») attestant le massacre « ludique » des grands rapaces datent de la fin du XIX^e siècle et du tout début du XX^e, mais l'essor de la photographie produit alors un biais évident rendant cette datation suspecte.

On sait très bien, en revanche que la généralisation de la chasse et l'exode agricole, puis rural, sont deux phénomènes statistiquement étroitement corrélés. Or les deux ne commencent à véritablement produire leurs effets en France qu'au tournant des années 1850. Auparavant, la chasse en général, notamment la chasse loisir, « non-alimentaire », et singulièrement l'élimination autrement que ponctuelle des espèces non gibier, n'est pas le fait de la population alors dominante : les « paysans » sur leurs terres. Ne serait-ce que faute de temps. Et plus fondamentalement encore parce que les paysans du début du XIX^e siècle ne sont pas des « agriculteurs » contemporains : prison-

niers sinon esclaves de ce qui est alors une « condition » assignée, les paysans n'ont pas encore accès à la notion de profession et de « travail », et ignorent par contraste ce qu'est un « loisir » (sur tous ces points, voir Henri Mendras, *La Fin des paysans*, 1967). Par ailleurs, la sociabilité paysanne est relativement restreinte, peu favorable à la « partie de chasse » collective nécessaire à la mise en scène du record de « tableau de chasse », sans compter que la munition coûte encore cher.

Ces remarques, notons-le rapidement, ne sont en rien contradictoires avec la revendication, très présente dans les cahiers de doléances, d'un droit de chasse jusqu'alors privilège aristocratique. Car cette revendication ne dit pas grand-chose d'un réel « désir de chasse » généralisé. Elle recouvre surtout celle d'une stricte limitation du droit de chasse aux exploitants, propriétaires ou non, justifiée par les dégâts aux cultures causés par la chasse nobiliaire.

Si donc, avant 1850, le tir à grande échelle de la faune non gibier ne peut être une pratique paysanne, il est plus que probable que la pratique deviendra en revanche, quelques dizaines d'années plus tard, prioritairement et statistiquement celle des habitants des bourgs environnants grossis par l'exode agricole. Leurs habitants, arrachés au terroir et à leur « condition paysanne », occupant des métiers des secteurs secondaires ou tertiaires, trouvent dès lors dans une pratique de loisir et en partie collective de la chasse non alimentaire bien plus que la distraction affichée. Il s'agit aussi de revendiquer avec un fracas plus ou moins agressif son appartenance, son droit - récréatif faute d'être resté productif - sur cet espace qu'ils ont abandonné de plus ou moins bon gré comme propriétaire et/ou exploitant. Cette revendication sur l'espace s'exerce contre ses occupants en titre (les

« paysans », plus ou moins contraints d'accepter les chasseurs sur leurs terres), mais aussi peut-être aux dépens d'une faune qui, *res nullius*, en symbolise une forme de richesse commune non liée à la propriété ou à l'exploitation.

Sur tous ces points, la sociologie de la chasse fournit des perspectives lumineuses (notamment : J.-C. Chamboredon, La diffusion de la chasse et la transformation des usages sociaux de l'espace rural, Etudes rurales, 1982, pp233-260 https://www.persee.fr/doc/rural_0014-2182_1982_num_87_1_2887)

NOTE 7.

Il est une chose qu'apprend une observation de la nature un peu patiente : le « jamais/toujours » relève souvent de l'aveuglement militant, de l'arrogance scientifique ou de la simple incompetence.

Et d'un animal supérieur véritablement poussé par les exigences de la faim ou de sa reproduction, c'est parfois l'exception qu'on peut attendre.

Encore aujourd'hui cependant, les attaques d'aigles sur des très jeunes enfants ou les attaques de loup non enragé sur l'homme sont très souvent considérées par la communauté naturaliste comme relevant du pur folklore ou de la propagande. Certes très rares dans l'époque récente, elles sont pourtant documentées et avérées y compris par la longue enquête d'un protecteur notoire comme Valverde. Cette cécité dogmatique s'explique assez bien : la science et la pratique naturaliste, très récentes dans leur forme actuelle, ne sont pas nées dans un chou, sous le soleil de la Vérité éternelle. Elles constituent d'abord une variante distinguée (mais également armée et prédatrice) de la chasse, puis son inversion non violente, et ne tarderont donc pas à s'y opposer frontalement. Comme la chasse, cependant, elles ne

voient le jour et ne se développent qu'avec l'éloignement de leurs pratiquants du contact quotidien et forcé avec la nature. Autant dire que les disciplines naturalistes supposent l'éloignement – et bientôt la mise à distance cultivée et méprisante – des expériences et connaissances « non savantes » de la faune procurées par la « vie aux champs ». Lesquelles connaissances, « sauvages », non scientifiques, ne relèvent pas pour autant, objectivement, de la pure affabulation. Car il faut tout notre socio-centrisme de naturalistes « modernes » pour attribuer par principe à un délire collectif ou à l'obscurantisme une tradition constante qui, pour être orale et élaborée, enjolivée et dramatisée, ne peut manquer comme toute culture d'avoir une origine naturelle objective.

NOTE 8.

Voir par exemple, tout récemment le travail de Richard Pena :

https://www.researchgate.net/publication/380543507_LE_GRAND-DUC_d'EUROPE_DANS_LE_SUD_TARN_Saison_2022-2023_habitat_regime_alimentaire_dynamique_de_la_population

Voir aussi la présence du Grand-duc à Madrid, dans un parc de centre-ville :

<https://www.elmundo.es/madrid/2023/03/08/6407654321e-fa085788b456d.html>

NOTE 9.

L'incursion d'ours dans les vergers proches des habitations est ancienne... comme La Fontaine au moins. Les femelles ourses sont connues, notamment dans les monts Cantabriques, pour se rapprocher des agglomérations, probablement dans le souci d'échapper aux tentatives des mâles visant à tuer leur progéniture (<https://www.parcoabruzzo.it/pdf/FaqOrso-FRA.pdf>).

Annonciatrice du phénomène décrit, très ancienne et bien plus banale, mais au fond tout aussi remarquable puisqu'il s'agit d'une espèce gibier : l'audace du merle noir urbain dans les jardins publics. En Provence où il est chassé, le merle noir est sans doute, dans son milieu naturel, l'espèce de passereau la plus inapprochable.

Pour citer cet article :

БУНОТ, D. 2024.

Sur un cas remarquable d'extrême familiarité d'une femelle de Grand-duc.

Plume de Naturalistes 8 : 159-168.

ISSN 2607-0510

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



© Denis BUHOT

La femelle s'envole du pin au crépuscule, sans chercher à éviter le photographe à découvert.

La prédation sur les oiseaux d'eau nicheurs, constats et réflexion sur la gestion

Par **Patrick TRIPLET**
(patrick.triplet1@orange.fr)

Jade CAZANAS
(jade.cazanas@gmail.com)

Capucine BERNARD
(capucinebernard2@gmail.com)

Elva FUENTES
(elva.fuentes@outlook.fr)



Résumé

La prédation sur les nids et poussins des oiseaux d'eau constitue un des facteurs modificatifs de la dynamique des espèces. La prédation concerne de nombreuses espèces proies ou de prédateurs. Des centaines de publications existent sur ce thème et permettent d'aborder ses différentes composantes, de la liste des espèces prédatrices et de leur impact sur les différentes espèces d'oiseaux d'eau à son rôle par rapport à différentes autres causes de diminution des effectifs.

Cette synthèse, loin d'être exhaustive, passe en revue quelques connaissances sur la prédation et discute des méthodes létales ou non permettant de réduire l'impact sur les populations d'oiseaux d'eau, l'enjeu étant d'apporter les solutions les plus performantes pour les espèces au statut de conservation défavorable. Elle tente de montrer que le contrôle des prédateurs n'est ni à mettre en œuvre ni à rejeter de

manière systématique, mais qu'il doit faire l'objet d'une analyse préalable, d'un accompagnement par des mesures de gestion des habitats et de l'emploi de méthodes non létales qui peuvent s'avérer efficaces selon les conditions locales.

Introduction

La prédation est l'interaction biologique dans laquelle un animal se nourrit d'une proie. Comprendre ses mécanismes est un sujet clé de l'écologie comportementale et de la biologie évolutive (LIMA, 2009). L'acte de prédation a pour conséquence la mort de la proie et, dans la plupart des cas, la consommation d'au moins une partie de sa masse. En supprimant des individus, notamment lors de la période de reproduction, la prédation peut influencer le succès de la reproduction et la survie des adultes (LEYRER *et al.*, 2018) mais est un facteur naturel de régulation des populations. Néanmoins, dans certaines circonstances (souvent induites par les êtres humains), un déséquilibre peut apparaître, préjudiciable aux espèces proies. La prédation devient alors une cause de mortalité additive et agit contre les efforts de conservation consentis à travers la restauration des habitats. Ces efforts ne se révèlent donc pas toujours suffisants pour redresser la courbe démographique d'une espèce et améliorer son état de conservation. Ainsi, la prédation est considérée par certains auteurs comme une, voire la, cause principale du déclin et de l'extinction de nombreuses espèces à travers le monde (RICKLEFS, 1969 ; O'CONNOR & SHRUBB, 1986). À l'inverse, une partie de l'opinion publique, mais également des naturalistes et des conservationnistes considèrent comme

inapproprié de devoir reconnaître cette cause et donc de prendre des mesures consistant à supprimer des individus d'une espèce au profit d'une autre. Le contrôle de la prédation, en un lieu donné, en faveur d'une espèce en danger, comme d'ailleurs la gestion des milieux, divise donc en deux camps les interventionnistes et les non-interventionnistes, avec souvent une incompréhension mutuelle des arguments développés par les uns et les autres.

Les auteurs de cette synthèse bibliographique présentent les traits principaux caractérisant la prédation sur les nids, les couvées d'oiseaux d'eau, avec un focus particulier sur le Vanneau huppé *Vanellus vanellus*, une des espèces dont la prédation a été l'une des mieux étudiées. Ils discutent d'un possible impact de la prédation sur la dynamique des populations et sur leur déclin. Cette synthèse ne constitue certes pas l'analyse exhaustive des milliers de publications traitant de la prédation, mais les enseignements qu'elle en tire peuvent éclairer le débat sur l'importance ou non d'intervenir ou non dans le contrôle des relations prédateurs – proies ou d'adopter d'autres solutions.

1. Rôle de la prédation

Les publications se partagent entre celles qui présentent un rôle avéré de la prédation dans la dynamique des populations d'espèces proies et celles qui ne mettent pas ce rôle en évidence. Quelques exemples permettent d'illustrer cette dualité.

1.1 Rôle avéré

La prédation constitue l'un des principaux facteurs du déclin des populations et

conduit à un faible recrutement (McDONALD & BOLTON, 2008a ; LAIDLAW *et al.*, 2017 ; KENTIE *et al.*, 2018 ; ROOS *et al.*, 2018) ou à une baisse locale de la productivité (TEUNISSEN *et al.*, 2005). Elle représente 50 % des échecs de la reproduction des limicoles à travers l'Europe (HART *et al.*, 2002 ; LAIDLAW *et al.*, 2015 ; SHELDON, 2002 ; TEUNISSEN *et al.*, 2005, 2008). L'abondance croissante des nids au cours de la saison de reproduction peut conduire à une augmentation de la prédation (AUSDEN, 2007) avec un impact multiplié si les zones de reproduction des oiseaux suscitent un afflux plurispécifique de prédateurs (LEYRER *et al.*, 2018). L'impact de la prédation sur les populations d'oiseaux d'eau peut varier dans le temps et dans l'espace en raison d'interactions avec d'autres facteurs extrinsèques (NSW, 2001). Le succès des limicoles se reproduisant dans les prairies polonaises est extrêmement faible en raison de la présence abondante de mammifères, principalement des Renards roux (CHYLARECKI *et al.*, 2006). La prédation est également la cause principale d'échec dans les prairies néerlandaises où la probabilité de prédation a pratiquement doublé entre la fin des années 1980 et la fin des années 1990 (ROODBERGEN *et al.*, 2012). Récemment, également aux Pays-Bas, une expérience de contrôle rigoureux des prédateurs a permis d'augmenter le succès à l'envol des poussins de Barge à queue noire *Limosa limosa* et est à la base d'une augmentation des effectifs locaux de cette espèce (LOONSTRA *et al.*, 2024). Les pertes liées aux activités agricoles ont également augmenté nettement sur la période (TEUNISSEN *et al.*, 2005, 2006, 2008). Au niveau actuel de pression de pâturage de 2 bovins/jour/ha, la prédation a un impact relatif plus élevé sur la survie des limicoles se reproduisant dans les prairies côtières que les effets directs et indirects des animaux au pâturage (OTTVALL, 2005).

Dans le Kent, les taux élevés de prédation des nids et le faible taux de survie des poussins ont entraîné un faible taux global de la productivité (HART *et al.*, 2002). En Finlande, la prédation explique la faible productivité des Anatidés aux abords des plans d'eau permanents, comparativement aux nids installés à proximité des mares temporaires dont l'imprévisibilité ne permet pas aux mammifères prédateurs de mémoriser les emplacements potentiels de nids (HOLOPAINEN *et al.*, 2024).

1.2 Rôle non avéré

La prédation pourrait être en fait une cause proximale alors que la cause ultime pourrait être le mauvais état de santé des populations de Vanneau huppé (SHARPE, 2006). Le nombre de prédateurs n'influencerait pas ainsi la dynamique des populations de proies (McDONALD & BOLTON, 2008a ; HOLT & BARFIELD, 2009). Certaines de ces études représentent des situations particulières pour lesquelles la prédation a véritablement de faibles effets et incluent les cas où les proies échappent à la prédation directe de façon permanente. Il se peut également que d'autres facteurs influent sur la taille de la population en masquant en quelque sorte l'effet de la prédation. Mais cela peut aussi être lié à des erreurs de méthodologie omettant de prendre en compte les effets non létaux dus à la prédation. Il est de fait difficile de prouver que les effectifs nicheurs sont limités par la prédation (ZÖCKLER *et al.*, 2003). En effet, de nombreux facteurs additionnels entrent en jeu : fragmentation de l'habitat, dérangements, intensification de l'agriculture (ZÖCKLER *et al.*, 2003). D'après SARGEANT (1978), l'élimination des prédateurs de nids dans les prairies du nord de l'Amérique n'a pas permis d'améliorer la productivité de Canard colvert *Anas platyrhynchos*. Cette solution

ne serait donc ni durable ni stratégique économiquement (AMUNDSON *et al.*, 2013). Enfin, ZIELONKA *et al.* (2019) n'ont pas mis en évidence une augmentation de la survie des nids de Courlis cendré après des prélèvements des seuls Renards roux en Angleterre, ce qui ne permet pas de conclure si la prédation par d'autres espèces n'est pas également à prendre en compte. Ils recommandent de réduire les destructions de leurs prédateurs notamment pour des raisons éthiques.

2. Importance de la prédation

2.1 Effets létaux

L'étude de MISHRA *et al.* (2020) sur le Vanneau pie *Vanellus duvaucelii* résume bien les différents facteurs qui influencent le succès reproducteur des Limicoles. Chez cette espèce, 55 % des échecs de nid seraient liés à la prédation, 32 % seraient attribuables aux activités agricoles, 6 % au piétinement par le bétail, 4 % à la non-viabilité des œufs, 2 % aux dérangements humains et 1 % aux inondations (MISHRA *et al.*, 2020). Tous ces autres facteurs sont liés et pour certains participent indirectement à l'augmentation de la prédation.

Les effets létaux sont plus importants lorsque le prédateur a été introduit sur une île car les espèces proies n'ont pas de réponse face à ce nouveau prédateur (SIH *et al.*, 2010). Si l'adaptation ne s'opère pas assez rapidement, cela peut mener à la disparition de l'espèce subissant la prédation. Sur des îles sans prédateur, les oiseaux peuvent perdre l'aptitude à voler puisque le vol a un coût mais ne pas voler devient un désavantage pouvant conduire à leur disparition en cas d'introduction d'un prédateur (STEADMAN, 1995). Lorsqu'un

prédateur est introduit en milieu continental, les effets létaux sont moins importants et surtout beaucoup plus difficiles à prédire car il faut prendre en compte la dynamique des autres espèces de prédateurs (LETNIC *et al.*, 2009a et b).

Dans ces études, l'impact de la prédation est souvent estimé à l'aune du nombre d'individus tués par prédation ; pourtant, ces effets directs peuvent n'avoir qu'une part mineure dans la dynamique des populations (BROWN, 1999 ; SIH, 1987 ; CREEL & CHRISTIANSON 2008 ; CRESSWELL & WHITFIELD, 2008).

2.2 Effets non létaux

Il existe de nombreuses études montrant que les prédateurs ont des effets démographiques non létaux importants sur les populations de proies (CRESSWELL & WHITFIELD, 2008). Les espèces cibles privilégient les espaces "non létaux" mais sont parfois contraintes de pénétrer dans des zones plus à risques lorsque le coût énergétique à rester dans des espaces "non létaux" devient trop élevé. Elles sélectionnent donc des zones plus risquées en termes de prédation mais plus attractives et avantageuses sur le plan alimentaire (MILINSKI & HELLER, 1978 ; SIH, 1980, 1982). De ce fait, l'utilisation des zones à risques et donc le nombre de proies tuées dépendent du comportement anti-prédateur de l'espèce. Ici l'exemple donné est l'alimentation mais ce peut être divers autres besoins. Cette réduction de la fitness à long terme est appelée "effets non létaux" (PREISSER *et al.*, 2005, 2009 ; LUTTBEG & KERBY, 2005 ; CRESSWELL, 2008).

La peur occasionnée par la possibilité de présence d'un prédateur a été modélisée (BROWN *et al.*, 1999) et doit être intégrée à la réflexion sur le rôle des prédateurs.

En effet, même si aucun prélèvement n'est réalisé sur une espèce proie, la peur peut être suffisante pour modifier son comportement (MOHRING, 2023). La peur de la prédation entraîne des comportements coûteux en énergie et peut avoir des effets importants sur de grandes populations (CRESSWELL, 2008, 2010). Ainsi, les impacts létaux ne constituent-ils que la partie la plus visible des effets de la prédation sur des populations, les effets non létaux étant probablement les plus importants et contribuant à la structuration des communautés.

La vigilance face à la prédation modifie le comportement et la dynamique des populations de proies (CRESSWELL, 2010). La relation entre le nombre de prédateurs et la dynamique des populations ou le nombre de proies réellement tuées peut alors être faible (ABRAMS, 1993). Pour les espèces proies, réduire le risque de prédation a un coût (BROWN, 1999 ; BROWN & KOTLER, 2004). Le changement de comportement améliore la survie à court terme en cas de risque de prédation mais diminue la survie à long terme en agissant sur la fitness (PREISSER et al., 2005).

3. Les prédateurs autochtones

3.1 Données globales

Pratiquement toutes les espèces du **Tableau 1** sont susceptibles d'être occasionnellement ou régulièrement prédatrices de nids et d'œufs d'oiseaux d'eau. Mammifères et oiseaux se partagent la ressource, de manière différente selon les lieux (TROLLIET & GIRARD, 2000 ; EVANS, 2004). Aux Pays-Bas, 22 espèces prédatrices de la Barge à queue noire ont été répertoriées (TEUNISSEN et al., 2008).

Les goélands, les corneilles noires et les busards des roseaux *Circus aeruginosus* sont des prédateurs des nids, tout comme les chats, les rats voire les hérissons *Erinaceus europaeus* (VAN DER ENDE et al., 2017). Des canetons de Tadorne de Belon peuvent être tués par des renards, des hermines et des belettes *Mustela nivalis* dans des zones où la végétation est épaisse (PATTERSON et al., 1982 ; HORI, 1969). Les renards roux et les rapaces sont les prédateurs les plus courants des poussins, chacun représentant 20 % des cas (MASON et al., 2018). TEUNISSEN et al. (2008) indiquent que, dans leur étude, 72 poussins ont été consommés par des oiseaux contre 15 par des mammifères alors que seuls 10 nids ont été pillés par des oiseaux contre 93 par des mammifères. La prédation est plus importante dans les zones pâturées (BEINTEMA, 1991). Parmi les prédateurs des nids et des poussins d'Huïtrier pie *Haematopus ostralegus* figurent les corvidés, les goélands, les visons et les chiens (SARYCHEV & MISCHENKO, 2014). D'après McDONALD & BOLTON (2008), dans 32 études sur l'espèce, 56,3 % des nids ont été détruits par un prédateur. Les couples d'huïtriers pie avec 0 à 1 voisin à moins de 50 m ont plus de 50 % de risques d'être prédatés que les couples avec des voisins, alors qu'il n'y a pratiquement pas de prédation lorsque des oiseaux nichent à proximité les uns des autres (BAILEY, 2016). Il y a un réel bénéfice pour les couvées d'Huïtrier pie d'être dans des peuplements hétérospécifiques (Huïtrier pie, Barge à queue noire et Vanneau huppé), où la survie de chaque espèce est plus élevée quand les densités de Limicoles sont élevées. Cela permet de faire face aux espèces d'oiseaux prédatrices. Au contraire, l'effet densité hétérospécifique ne joue pas dans le cas de mammifères prédateurs (FRAUENDORF et al., 2021).

Tableau 1.

Les prédateurs du Vanneau huppé rangés selon leur classification taxonomique. Ne sont pas indiqués les consommations d'œufs par les bovins (RANKIN, 1979) et les moutons (SHARPE, 2006) qui peuvent être de la prédation ou de la consommation accidentelle, comme dans le cas des pontes et des jeunes de Barge à queue noire et de Courlis corlieu *Numenius phaeopus* (KATRÍNARDÓTTIR, 2012), pour pallier les carences en minéraux (PALSDÓTTIR, 1992). La liste d'auteurs n'est pas plus limitative que celle des prédateurs éventuels. RANKIN (1979) cite ainsi de nombreux auteurs anciens non repris ici afin de ne pas surcharger le tableau.

Proie : Poussins (P) ; adultes (A) ; œufs (O)

Les oiseaux prédateurs

Nom commun	Nom latin	Proie	Références
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	P	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; SCHEKKERMAN <i>et al.</i> , 2009
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	P, O	UNDERHILL-DAY, 1985 ; LIKER, 1992 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Épervier	<i>Accipiter nisus</i>	A, P	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	P, O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	A, P	HÖNISCH <i>et al.</i> , 2008 ; JUNKER <i>et al.</i> , 2006 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; SCHEKKERMAN <i>et al.</i> , 2009 ; KOOIKER, 2008
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	A	RANKIN, 1979
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	P	HÖNISCH <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>	P, A	RANKIN, 1979
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	P, A	HÖNISCH <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	P, A	RANKIN, 1979
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	A	RANKIN, 1979
Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	P	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	O, P	LIKER, 1992 ; RANKIN, 1979
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	P, O	RANKIN, 1979 ; LIKER, 1992 ; SHARPE, 2006 ;
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	P, O	RANKIN, 1979 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	P, O	RANKIN, 1979 ;
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	P, O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979 ; SCHEKKERMAN <i>et al.</i> , 2009
Corneille mantelée	<i>Corvus cornix</i>	P, O	PILACKA <i>et al.</i> , 2022 ; BOOTH JONES <i>et al.</i> , 2022 ; SEYMOUR <i>et al.</i> , 2003 ; KIS <i>et al.</i> , 2000 ; ROBSON <i>et al.</i> , 2006 ; KRÓLIKOWSKA <i>et al.</i> , 2016 ; KHIL, 2015 ; BODEY <i>et al.</i> , 2011 ; CHYLARECKI <i>et al.</i> , 2006 ; BAL <i>et al.</i> , 2024

Les mammifères prédateurs

Nom commun	Nom latin	Proie	Références
Rat commun	<i>Rattus norvegicus</i>	P, O	RANKIN, 1979 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Hérisson commun	<i>Erinaceus europaeus</i>	O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Sanglier	<i>Sus scrofa</i>	O	PRAUS, 2015
Chien	<i>Canis lupus familiaris</i>	O, P	LIKER, 1992 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979
Chien viverrin	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	P	LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; NIELSEN, 2008 ; ANDREAS, 2017
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	P, O	KOSTER <i>et al.</i> , 2001 ; BELLEBAUM, 2001 ; JUNKER <i>et al.</i> , 2006 ; LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; NIELSEN, 2008 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; HÖNISCH <i>et al.</i> , 2008 ; SHARPE, 2006 ; BERG <i>et al.</i> , 1992 ; SEYMOUR <i>et al.</i> , 2003 ; BOLTON <i>et al.</i> , 2007 ; PUCHTA <i>et al.</i> , 2011 ; BOLTON <i>et al.</i> , 2007 ; BELLEBAUM et BOCK, 2009 ; SCHIFFERLI <i>et al.</i> , 2009 ; BAL et ERCIYAS-YAVUZ, 2024
Chacal doré	<i>Canis aureus</i>	P, O	BAL et ERCIYAS-YAVUZ, 2024
Fouine	<i>Martes foina</i>	O	JUNKER <i>et al.</i> , 2006 ; BELLEBAUM et BOSCHERT, 2003 ; EILERS, 2007 ; KUBELKA <i>et al.</i> , 2018, 2019 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; PRAUS, 2015 ; PEŠKOVÁ, 2020 ; KOOIKER, 2008
Martre des pins	<i>Martes martes</i>	P, O	JUNKER <i>et al.</i> , 2006 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; BOLTON <i>et al.</i> , 2007 ; BELLEBAUM et BOCK, 2009 ; SCHEKKERMAN <i>et al.</i> , 2009
Blaireau	<i>Meles meles</i>	P	KUBELKA <i>et al.</i> , 2019 ; PUCHTA <i>et al.</i> , 2011 ; (KETTEL <i>et al.</i> (2020) indiquent qu'un doute persiste sur le rôle réel de cette espèce)
Hermine	<i>Mustela erminea</i>	P, O	KOSTER <i>et al.</i> , 2001 ; BELLEBAUM, 2001 ; JUNKER <i>et al.</i> , 2006 ; LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; NIELSEN, 2008 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; HÖNISCH <i>et al.</i> , 2008 ; SHRUBB, 1990 ; MILSOM, 2005 ; RANKIN, 1979
Vison d'Amérique	<i>Neovison vison</i>	P	LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; NIELSEN, 2008 ; SIBILLE <i>et al.</i> , 2020
Belette	<i>Mustela nivalis</i>	P, O	SHRUBB, 1990 ; MILSOM, 2005 ; TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008 ; RANKIN, 1979
Putois	<i>Mustela putorius</i>	O	TEUNISSEN <i>et al.</i> , 2008
Raton laveur	<i>Procyon lotor</i>	P	LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; NIELSEN, 2008 ; ANDREAS, 2017
Chat sauvage	<i>Felis sylvestris</i>	P	JUNKER <i>et al.</i> , 2006
Chat domestique	<i>Felis catus</i>	P	JUNKER <i>et al.</i> , 2006

3.2 Les oiseaux prédateurs

BELL et CALLADINE (2017) ont noté l'augmentation des effectifs de prédateurs au cours des 25 années de leur étude avec, par exemple, la Corneille noire dont le nombre est passé de 1 à 9 couples sur une surface de 1,7 km² et la Buse variable qui est passée de 0,3 à 1,2 couple par km² mais la faiblesse du taux de succès à l'envol des huîtres pie, des vanneaux huppés et des courlis cendrés ne semble pas liée à ces prédateurs mais plutôt à la hauteur plus élevée de la végétation au printemps. Sur le Banc d'Arguin, en Gironde, la prédation par la Corneille noire et les dérangements sont responsables de l'échec des couvées d'Huître pie (SEPANSO, 2011).

La réponse anti-prédateur vis-à-vis des corneilles est à la fois intense et efficace, ce qui n'est pas le cas vis-à-vis du Renard roux (ELLIOT, 1985). Les vanneaux huppés sont ainsi bien préparés à défendre les jeunes vis-à-vis des oiseaux prédateurs (KOOIKER & BUCKOW, 1997 ; HABERER, 2001).

AMAR et al. (2011) notent une diminution des effectifs nicheurs de Limicoles sur les parcelles où les corneilles noires sont les plus abondantes. Dans les aires protégées, les corneilles noires peuvent prélever jusqu'à 98 % des nids (OLSEN, 2002). Le Vanneau huppé, par rapport aux autres espèces d'oiseaux prairiaux, a un « score de dissimulation » de 3 (échelle 1-7) et est classé comme « découvrable » plus rapidement par les corneilles noires que la moyenne (BEINTEMA & MÜSKENS, 1987 ; GRUBER, 2006).

Sur l'île de Amrum en Allemagne, la prédation par les corvidés est très faible et comme les mammifères prédateurs sont pratiquement absents, le succès à l'éclosion du Vanneau huppé atteint 96 % (HABERER, 2001). Sur l'île d'Öland, aucune

prédation par des mammifères nocturnes n'a été constatée, tous les événements de prédation sur les couvées se sont produits en journée et donc en partie imputables aux corvidés (LUTZ, 2008). Sur les îles de la mer des Wadden, où il n'y pas de mammifères prédateurs, le nombre de couples de Barge à queue noire nicheurs est plus élevé et la productivité y est meilleure (TREFFLER et al., 2010).

Au Pays de Galles, une augmentation de la densité des corneilles noires entre 1985-86 et 1996 n'a pas conduit à un taux de prédation plus élevé (O'BRIEN, 2001). Selon HABERER (2001) et OTTENS MANN (2014 in BRAUN, 2017), les corvidés sont apparemment peu responsables du mauvais succès reproducteur, puisque les vanneaux huppés adultes sont capables de les attaquer bien que VON FEHN et al. (2019) notent leur importance sur le succès reproducteur des vanneaux huppés. En Californie, les corvidés sont les prédateurs les plus importants du Pluvier neigeux *Charadrius nivosus* et de la Petite Sterne *Sterna antillarum browni* (LIEBEZEIT & GEORGE, 2002). Les corvidés peuvent cependant aider les vanneaux huppés à se défendre contre les rapaces (HABERER, 2001 ; OTTENS MANN, 2014 in BRAUN, 2017). La prédation par les corvidés peut donc être secondaire (BOURGET, 1973 ; HABERER, 2001 ; TEUNISSEN et al. 2006 ; SCHIFFERLI et al., 2006).

Sur les zones littorales, la prédation est le fait des Laridés notamment du Goéland cendré *Larus canus* (HARRIS, 1967) et des corvidés (GOSS-CUSTARD et al., 1995). Les Laridés sont des prédateurs des canetons de Tadorne de Belon (HORI, 1964 ; JENKINS et al., 1975 ; PIENKOWSKI & EVANS, 1982). Les jeunes tadorne de Belon attaqués par les goélands peuvent préalablement être séparés de leurs parents à cause des

dérangements humains ou des comportements agressifs entre les couples (WILLIAMS, 1973), ce qui les rend plus vulnérables (YOUNG, 1964). Aux Pays-Bas, où des eiders à duvet *Somateria mollissima* nichent près d'une colonie de goélands argentés, le taux de survie des canetons est très faible (SWENNEN, 1989). La prédation par les goélands argentés en serait la principale cause (VAN DOBBEN, 1934 ; HOOGERHEIDE, 1950 ; HILDEN, 1964 ; MILNE, 1974 ; SWENNEN, 1989).

Les effectifs de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* sur l'île de Havergate dans le Suffolk diminuent lorsque les effectifs reproducteurs des mouettes rieuses *Chroicocephalus ridibundus* augmentent (HILL, 1988). Le succès de la reproduction s'est rétabli à la suite de la régulation des effectifs de Mouette rieuse à partir de 1964. Cependant, après 1971, ce succès a de nouveau baissé, en raison de la prédation du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*. La régulation de la Mouette rieuse a été tentée en 1966 à la Réserve de Minsmere dans le Suffolk mais n'a eu aucun impact sur le succès reproducteur de l'Avocette élégante (HILL, 1988). Dans la réserve naturelle nationale de la Baie de Somme, des mouettes rieuses se spécialisent sur les poussins de Limicoles (SUEUR et al., 2007). La prédation du Faucon crécerelle n'y a été remarquée sur cette espèce qu'à partir de 1999. La prédation par l'Épervier a été constatée en 1999 en raison de l'augmentation du nombre de poussins (SUEUR et al., 2007).

En Loire-Atlantique (France), l'Ibis sacré *Threskiornis aethiopicus* n'aurait pas d'impact significatif sur les populations d'oiseaux nichant au sol (MARION, 2013). Il a cependant été classé comme espèce préoccupante par l'Union européenne (règlement d'exécution 2016/1141 du

13 juillet 2016) en raison des risques qu'il fait peser sur la faune locale depuis le 13 juillet 2016 et comme espèce exotique envahissante (arrêté du 14 février 2018) et des opérations d'éradication en ont réduit la population.

3.3 Les mammifères prédateurs

65 à 88 % des pertes d'œufs et de poussins sont dus à des mammifères nocturnes (OLSEN, 2002 ; SCHIFFERLI et al., 2006 ; OERTZEN & DÜTTMANN, 2006 ; BOLTON et al., 2007 ; JUNKER et al., 2006 ; McDONALD & BOLTON, 2008b ; BELLEBAUM & BOCK, 2009 ; BERTHOLDT et al., 2017). Au Danemark, l'exclusion des mammifères prédateurs augmente le succès à l'éclosion même si la prédation nocturne continue (OLSEN, 2002).

Espèce opportuniste (LOVARY & PARIGI, 1995) et principalement consommatrice de micromammifères (JEDRZEJEWSKI & JEDRZEJEWSKA, 1992), le Renard roux est cité dans de nombreuses études européennes comme prédateur des couvées d'oiseaux d'eau (SMITH et al., 1993 ; HOFFMANN, 2006 ; McDONALD & BOLTON, 2008 ; TEUNISSEN et al., 2006 ; LAURSEN et al., 2018). Il peut attaquer un grand nombre d'espèces, mais sa prédation n'a pas les mêmes conséquences sur toutes. Au Danemark, des analyses de fèces ont révélé que le régime alimentaire se composait à 43 % d'oiseaux (32 % de la biomasse), de 3,9 % de rongeurs (21 % de la biomasse), 14 % de carcasses de moutons (41 % de la biomasse) et de 4 % de Lagomorphes (7 % de la biomasse). Les Limicoles représentent entre 3 et 12 % des proies tout au long de l'année (MEISNER et al., 2014). Ces auteurs indiquent que la prédation sur les nids de Limicoles est accessoire, dans la mesure où le Renard roux est un prédateur généraliste et opportuniste. Les renards roux montrent un effort de recherche accru dans les

zones où les densités d'oiseaux sont plus importantes (SEYMOUR *et al.*, 2003). L'augmentation des effectifs de l'espèce au début des années 1990 est en grande partie responsable du déclin des couples reproducteurs d'Huîtrier pie aux Pays-Bas (WILLEMS *et al.*, 2005) et de leur faible succès de reproduction (RANKIN, 1979 ; BRIGGS, 1984 ; BEINTEMA & MUSKENS, 1987). Le nombre de Barges à queue noire a diminué et de nombreuses couvées et pontes ont fait l'objet de prédation (BRANDSMA, 2002). Les taux de pertes par prédation ont ainsi été multipliés par 2,4 entre 1980 et 1990 (TEUNISSEN *et al.*, 2005). Entre les périodes 1981-1995 et 1996-2006, le pourcentage de prédation est passé de 21,8 à 42,1 % (ROODBERGEN, 2010), la prédation étant la cause de 70 à 85 % des pertes de poussins.

Le Vanneau huppé réagit fortement à la présence de renards roux (MCDONALD & BOLTON, 2008b ; SEYMOUR *et al.*, 2003). En Angleterre, le déclin de plusieurs populations de Vanneau huppé est plus étroitement associé à une grande abondance de renards roux qu'à un manque apparent d'habitats de reproduction (O'BRIEN, 2001). S'il y a des preuves circonstanciées que l'intensification de l'agriculture est la cause ultime du déclin observé du Vanneau huppé, celle-là s'est produite au moment où le nombre de prédateurs a augmenté (O'BRIEN, 2001). NIELSEN (2008) met en évidence l'importance de la prédation en comparant des années avec peu de renards roux en lien avec la gale qui les a décimés et des années avec une forte densité de renards roux. Les taux de prédation des nids sur les sites agricoles sont également corrélés positivement avec un indice d'abondance du Renard roux (O'Brien, 2001).

Quand le Renard roux se nourrit dans les

zones humides (MEISNER *et al.*, 2014), il peut capturer une cane sur le nid (SARGEANT, 1972, 1978). Les canards ne luttent pas pendant l'attaque du Renard roux qui les attrape en leur coupant le cou ou en les mordant au corps (SARGEANT & EBERHARDT, 1975). Le déclin de nombreuses espèces en Australie coïncide avec la propagation du Renard roux (NSW, 2001). Par exemple, la prédation sur les nids de Sterne naine *Sternula albifrons* est considérée comme la première cause de l'échec de nidification (NSW, 2001). C'est également le cas pour les Huîtriers à long bec *Haematopus longirostris* au nord de la Nouvelle-Galles du Sud (WELLMAN *et al.*, 2000). L'élimination des renards dans des zones de la Nouvelle-Galles du Sud a permis un meilleur succès à l'éclosion de la Sterne naine et de l'Huîtrier à long bec, bien qu'il n'y ait aucune preuve que la prédation du Renard limitait le recrutement de ces espèces (WELLMAN *et al.*, 2000). Outre la prédation directe, le Renard peut affecter les populations d'oiseaux par sa simple présence car il provoque des changements dans leur recherche de nourriture, ce qui diminue leur fitness (LIMA et DILL, 1990).

En Finlande, le Renard roux et le Chien viverrin *Nyctereutes procyonoides* représentaient 32 % des cas de prédation du Courlis cendré *Numenius arquata* (VALKAMA et CURRIE, 1999). Cette prédation peut être une raison du déclin de l'espèce dans le sud de ce pays (YLIMAUNU *et al.*, 1987 ; VALKAMA & CURRIE, 1999 ; VALKAMA *et al.*, 1999). Dans les zones arctiques, où les Limicoles ont pour prédateur principal le Renard arctique *Vulpes lagopus*, l'utilisation d'un habitat de nidification plus sûr par certaines espèces de Limicoles peut contribuer au maintien de populations reproductrices viables sur une aire de répartition plus large. Cela expliquerait que le Grand Gravelot

Charadrius hiaticula qui niche dans des zones rocailleuses ait un meilleur succès reproducteur que le Pluvier doré qui est essentiellement trouvé dans la toundra mésique, une zone légèrement humide (LÉANDRY-BRETON & BÊTY, 2020).

3.4 Les prédateurs intra et interspécifiques chez les Limicoles

Des cas de prédation intra et interspécifiques sont notés chez certaines espèces de Limicoles. Dans sa synthèse, KUBELKA (2020) relate 16 cas de prédation interspécifique et deux de prédation intraspécifique sur des œufs ou des poussins, impliquant 11 espèces prédatrices et 13 espèces-proies. Selon cette étude, les espèces prédatrices sont plus grandes et plus agressives que les espèces ciblées. Le Tournepierre à collier *Arenaria interpres* et le Courlis d'Alaska *Numenius tahitiensis* peuvent constituer une menace importante pour d'autres espèces en raison de leur forte propension à exercer une prédation sur des espèces de leur environnement. Cette prédation peut causer un échec local de la reproduction chez certaines espèces, comme la Sterne royale *Thalasseus maximus* et de différentes espèces de Limicoles.

3.5 Prédation cumulée

Un même nid peut faire l'objet d'une double prédation. Cela a été montré expérimentalement en Finlande et au Danemark avec des nids artificiels. Ceux-ci ont d'abord subi une prédation partielle par des oiseaux puis par des mammifères, probablement attirés par l'odeur diffusée par les restes des œufs ouverts par les premiers. Si les prédateurs ailés ne représentent aucune menace pour les femelles, tout au moins chez les Anatidés, la prédation exercée par des mammifères

pourrait augmenter leur mortalité (HOLOPAINEN *et al.*, 2020, 2024).

4. Les espèces introduites

4.1 Espèces à l'état sauvage

La prédation peut être augmentée lorsque de nouveaux mammifères sont introduits sur un territoire donné (BIRDLIFE, 2012 ; EGLINGTON *et al.*, 2010 ; BEAMAN, 2014 ; HOLOPAINEN *et al.*, 2024). Le Raton laveur *Procyon lotor*, le Chien viverrin et le Vison d'Amérique, introduits en Europe (BERG *et al.*, 1992 ; LANGGEMACH et BELLEBAUM, 2005 ; VÍKSNE *et al.*, 2011 ; LEYREF *et al.*, 2018 ; NUMMI *et al.*, 2019 ; HOLOPAINEN *et al.*, 2021 ; BRZEZIŃSKI *et al.*, 2024) peuvent impacter les populations d'espèces d'oiseaux natifs.

Dans une expérience menée en Finlande, le Raton laveur a présenté un fort impact global sur le succès de la reproduction des oiseaux d'eau, en particulier le Grèbe huppé *Podiceps cristatus*, le Cygne muet *Cygnus olor*, le Canard colvert *Anas platyrhynchos*, le Canard siffleur *Mareca penelope*, la Foulque macroule *Fulica atra*, le Vanneau huppé et le Busard des roseaux, avec des réponses différentes selon les espèces (NUMMI *et al.*, 2019). Les eiders à duvet sont également très sensibles à sa prédation (EKROOS *et al.*, 2012).

Le Vison d'Amérique a été introduit en Europe dans les années 1920 pour sa fourrure. Échappé d'élevages, il s'y est répandu et est considéré comme un prédateur majeur des oiseaux d'eau et de leurs nids (NORDSTRÖM & KORPIMÄKI, 2004). Sa présence affecte la sélection des sites de nidification, les canards sont donc attirés par des sites plus isolés (NORDSTRÖM & KORPIMÄKI, 2004). Au plan local, son éradication a permis un rétablissement de plusieurs espèces de canards de surface

mais aussi du Fuligule morillon *Aythya fuligula* sur différentes îles finlandaises (BANKS *et al.*, 2008).

En Islande, l'introduction du Vison d'Amérique s'est soldée par une forte diminution des effectifs nicheurs d'Eider à duvet, qui n'ont pas évolué en même temps que ce prédateur et s'avèrent incapables de s'en défendre (JONSSON *et al.*, 2023). Son introduction sur une île au sud du Chili s'est traduite par une augmentation de la prédation sur les nids d'oiseaux d'eau qui n'étaient pas situés dans des colonies (SCHÜTTLER *et al.*, 2009). Les mesures létales contre le Vison d'Amérique et le Chien viverrin se sont avérées efficaces pour réduire le nombre de femelles reproductrices d'Eider à duvet tuées et augmenter le succès de nidification (JAATINEN *et al.*, 2022). Ces mesures contre le Vison d'Amérique ne sont cependant pas un facteur contributif essentiel pour augmenter le nombre de couples reproducteurs d'Huîtrier pie (NORDSTRÖM *et al.*, 2003).

Des espèces, rares dans leur pays d'origine, peuvent s'avérer être sources de problèmes sur leurs zones d'introduction. Ainsi, le Hérisson commun *Erinaceus europaeus* est une espèce prioritaire de conservation au Royaume-Uni. Depuis son introduction, en 1974, aux Hébrides extérieures, les populations nicheuses de Limicoles (Bécasseau variable *Calidris alpina*, Chevalier gambette *Tringa totanus*, Bécassine des marais *Gallinago gallinago* et Vanneau huppé) présentent des taux d'échec liés à cette espèce allant de 36 à 64 % (JACKSON & GREEN, 2000 ; JACKSON *et al.*, 2004). Le Grand Gravelot est moins vulnérable car il niche dans des habitats moins attractifs pour les prédateurs (JACKSON & GREEN, 2000). Les hérissons communs sont également responsables

de 11 % des échecs des huîtriers pie dont les œufs plus volumineux sont également moins vulnérables (JACKSON *et al.*, 2004).

On peut également citer le cas de l'Albatros de Tristan da Cunha *Diomedea dabbenena*, sur l'île de Gough, au succès de la reproduction affecté par la prédation exercée par la Souris grise *Mus musculus* dont l'élimination a stoppé la diminution de l'effectif d'albatros (OPPEL *et al.*, 2021).

4.2 Les animaux domestiques

Les chats sont une menace pour le Pluvier siffleur *Charadrius melodus* et la Petite Sterne (BURGER & GOCHFELD, 1990). Leur simple odeur peut diminuer la fitness des oiseaux-proies en provoquant une source de stress (BONNINGTON *et al.*, 2013).

Les chiens domestiques *Canis lupus familiaris* consomment rarement des œufs d'Anatidés (RIGGERT, 1977 ; FIGLEY & VAN DRUFF, 1982). Cependant, tous les types de chiens peuvent avoir un impact tangible sur les espèces d'oiseaux d'eau, mais le peu d'études sur ce sujet ne permet pas encore de bien quantifier cette prédation (DOHERTY *et al.*, 2017). Ces impacts viennent de la prédation directe (RITCHIE & JOHNSON, 2009) et/ou de changements de comportement induits par la peur (BANKS & BRYANT, 2007 ; ZAPATA-RÍOS & BRANCH, 2016). Les chiens constituent une menace au niveau mondial pour 78 espèces d'oiseaux de 25 familles (BELLARD *et al.*, 2016 ; DOHERTY *et al.*, 2016, 2017).

5. Effet combiné de plusieurs facteurs sur le risque de prédation

5.1 Disponibilité en ressources alimentaires

L'impact de la prédation sur les populations locales peut augmenter avec une baisse de la disponibilité de nourriture ou de couverture végétale pour les oiseaux (McNAMARA & HOUSTON, 1987 ; KREBS *et al.*, 1995), ou avec une baisse de la disponibilité des proies préférées des prédateurs (ANGELSTAM *et al.*, 1984 ; GREEN *et al.*, 1987). Les cycles de reproduction des rongeurs affectent ainsi le succès de la reproduction et la survie des Anatidés car la pression de prédation pendant la phase de non-prolifération est importante alors qu'elle est faible lors des phases d'abondance des micro-mammifères (ILES *et al.*, 2013 in FOX *et al.*, 2015). Dans les prairies humides néerlandaises, les taux de prédation sont corrélés négativement avec les densités de Campagnol des champs *Microtus arvalis* (BEINTEMA & MÜSKENS, 1987). Les années suivant l'effondrement des populations de campagnols, les prédateurs terrestres se tournent davantage vers les nids et plus particulièrement vers les plus précoces. La présence de petits mammifères augmente également la probabilité de menaces de prédateurs généralistes tels que le Renard roux, la Buse variable et la Corneille noire qui se nourrissent ensuite des nids et des poussins dans la zone de reproduction (LAIDLAW *et al.*, 2015). L'abondance accrue des campagnols et des amphibiens sur une réserve de prairie humide, où l'intensité de la gestion avait diminué par rapport à un polder voisin intensivement géré sur une réserve en Allemagne a été suggérée comme explication possible des taux

élevés de prédation sur les nids (KÖSTER & BRUNS, 2003). Les nicheurs des prairies humides ont des taux de prédation des nids plus faibles à 100-200 m des zones de végétation haute telles que les bordures de champs, qui peuvent héberger de petits mammifères qui attirent des prédateurs ayant probablement intégré que les bandes enherbées favorisaient les espèces dont ils se nourrissent (LAIDLAW *et al.*, 2015). Au Canada, une grande disponibilité de proies (des œufs d'oies) pour le Renard arctique entraîne une réduction par deux de la taille du domaine vital du prédateur et augmente donc sa densité locale ce qui a un effet négatif sur le Pluvier doré (DULUDE-DE BROIN *et al.*, 2023).

Les poussins d'Huîtrier pie sont d'autant plus vulnérables lorsqu'ils manquent de ressources car les parents doivent consacrer plus de temps à la recherche de proies et moins de temps à défendre leurs poussins (SAFRIEL, 1985 ; ENS *et al.*, 1992). En passant plus de temps en recherche de nourriture, les poussins de Vanneau huppé en passent moins en vigilance et sont moins capables de répondre aux cris d'alerte des parents, ce qui les rend plus susceptibles d'être repérés et capturés par des prédateurs (EGLINGTON *et al.*, 2010). Un déficit alimentaire chez les poussins de Barge à queue noire aurait un effet similaire car ceux-ci augmenteraient leur temps de recherche alimentaire et/ou prendraient plus de risques pour s'alimenter (SCHEKKERMAN *et al.*, 2009).

5.2 Végétation

La nature du couvert végétal affecte la sélection des sites de nidification et la probabilité de prédation des nids dans les zones humides (FONDELL, 1997). Le risque de prédation est influencé par les pratiques agricoles et le pâturage (BAINES, 1990 ; VALKAMA & CURRIE., 1999). La

croissance de la végétation, les récoltes précoces ou l'assèchement des prairies viennent réduire le temps de couvain possible des couvées et les rendent vulnérables (NEHLS, 1996). Dans une parcelle récemment fauchée, les jeunes barges à queue noire ont deux à trois fois plus de risques d'être capturées par un oiseau prédateur (TROLLIET, 2018). La végétation basse entraîne un risque de prédation plus élevé pour les nids et les poussins (BAINES, 1990 ; VALKAMA & CURRIE, 1999 ; WILSON *et al.*, 2009 ; OTTVALL & SMITH, 2006). D'un autre côté, pour le Bécasseau de Temminck *Calidris temminckii* qui exerce une surveillance autour du nid par l'intermédiaire de sentinelles, une visibilité correcte autour du nid est nécessaire et provient d'une végétation broutée par le bétail (KOIVULA & RÖNKÄ, 1998).

L'altération de la structure de la végétation par le pâturage pourrait augmenter la pression de prédation sur les oiseaux nichant au sol de deux façons. La structure uniforme de la végétation créée par le pâturage peut augmenter la probabilité qu'un prédateur détecte des nids, des poussins ou des adultes en réduisant la couverture ou le camouflage (BAINES, 1990). Le pâturage augmente le nombre de prédateurs d'invertébrés du sol et la probabilité de « tomber » sur un nid (BAINES, 1990 ; GRANT *et al.*, 1999). Sur les prairies à forte pression de pâturage, la prédation n'est pas une menace si la densité de prédateurs est faible mais lorsqu'elle augmente, les huîtriers pie ne peuvent défendre efficacement leur territoire et leur progéniture (VAN DER WAL & PALMER, 2008 ; SARYCHEV & MISCHENKO, 2014).

Une végétation haute réduit la visibilité autour du nid et rend l'habitat impropre à l'incubation des femelles qui détectent moins les menaces. Les comportements

agressifs utilisés pour défendre les œufs et les poussins contre les prédateurs deviennent également inefficaces (MØLLER *et al.*, 2018). Le taux de prédation en Angleterre est le plus élevé dans les habitats herbeux (SHELDON, 2002), et au Pays de Galles, il est le plus élevé dans les terres non gérées et les jachères (SHARPE, 2006). KELLY *et al.* (2021) ne notent pas de différence d'effectifs entre après et avant le traitement de parcelles envahies par les joncs *Juncus* spp., bien que statistiquement il n'y ait pas de conclusion définitive. ROBSON & ALLCORN (2006) relatent que les vanneaux huppés ont niché presque exclusivement où des parcelles de joncs ont été coupées en milieu d'hiver pour créer des zones ouvertes de nidification au printemps suivant. Cette mesure doit, selon ces auteurs, être impérativement accompagnée par l'élimination des renards roux afin que les oiseaux puissent élever leurs poussins avec succès. Une végétation rase sécurise les adultes mais surtout les jeunes, comme chez le Courlis cendré (FOUQUET, 2013).

La reproduction des Limicoles sur les prairies côtières réagit positivement au pâturage qui permet de maintenir la végétation rase (NORRIS *et al.*, 1997 ; OLSEN & SCHMIDT, 2004b ; OTTVALL & SMITH, 2006 ; DURANT *et al.*, 2008), mais la relation peut devenir négative lorsque l'intensité du pâturage augmente le piétinement des nids ou permet, par la meilleure visibilité, une prédation accrue sur ces derniers (NORRIS *et al.*, 1998). De plus, le bétail peut prédater directement les nids (NACK & BIRIC, 2005) ou diminuer le couvert du nid et l'hétérogénéité des prairies, augmentant indirectement la prédation (HART *et al.*, 2002 ; PAKANEN *et al.*, 2011). Le ratio bénéfice-risque dépend de l'espèce concernée, du type de bétail et de la pression de pâturage annuelle (PERSON *et*

al., 2018). Le piétinement est important au début de la saison puis devient moins destructeur ensuite (PAKANEN *et al.*, 2011). Pour les chevaliers gambettes nichant dans les prés salés, le risque de prédation des nids passe de 28 % en cas d'absence de pâturage à 95 % pour un chargement moyen annuel de 0,55 Unité Gros Bétail (SHARPS *et al.*, 2015).

Les effets négatifs des bovins sont souvent considérés comme insignifiants par rapport au taux de prédation des nids (LIKER & SZEKELY, 1997 ; OTTVALL, 2005). En Suède, aucune relation n'a été trouvée entre la densité du bétail et la prédation des nids de plusieurs espèces de Limicoles (OTTVALL, 2005). Cependant, le pâturage pourrait augmenter la prédation des nids pour les espèces qui sont facilement dérangées sur leur nid (HART *et al.*, 2002), et celles dont les nids sont plus facilement exposés lorsque la hauteur d'herbe est homogénéisée par les bovins (BAINES, 1990).

La prédation peut également affecter la distribution spatiale des oiseaux, notamment quand des points élevés peuvent être utilisés par des prédateurs et que les oiseaux doivent établir leur nid loin des arbres, des buissons (KLOMP, 1954 ; TAYLOR, 1974 ; BERG *et al.*, 1992 ; O'BRIEN, 2000 ; SHELDON, 2002 ; BOLTON *et al.*, 2007 ; ISAKSSON, 2008) et des constructions humaines (WALLANDER *et al.*, 2006). Les nids sont d'autant plus susceptibles d'être détruits par un prédateur qu'ils se situent à proximité de massifs boisés, le Renard roux étant alors le prédateur le plus important dans la disparition des nids de Vanneau huppé, de Grand Gravelot, de Chevalier gambette et de Bécasseau variable en Estonie (KAASIKU *et al.*, 2022). Les taux de prédation sur les nids de vanneaux huppés sont ainsi plus élevés à moins de

50 m de l'arbre le plus proche (BERG *et al.*, 1992 ; SHELDON, 2002). Cet effet est plus prononcé sur les prairies et sur les champs dominés par des perchoirs situés en périphérie (SHELDON, 2002). La visibilité est d'autant plus importante que les perchoirs sont hauts (OLSEN et SCHMIDT, 2004a). Avec des perchoirs élevés le prédateur ailé est capable de mémoriser l'emplacement des parents et de différer son attaque à un moment favorable, notamment lorsqu'un des parents s'éloigne du nid (ELLIOT, 1985 ; KIS *et al.*, 2000 ; SEYMOUR *et al.*, 2003 ; ŠÁLEK & ZÁMEČNÍK, 2014). Les corvidés ont des capacités cognitives et d'apprentissage (EMERY, 2006) et également une mémoire de longue durée (BRODIN, 2005). Il est donc possible qu'ils aient recours à la stratégie appelée "delayed nest-visit" qui consiste à repérer un nid et à ne le visiter que lorsque les conditions pour le faire sont favorables.

Pour réduire la probabilité de prédation, les vanneaux huppés sélectionnent des habitats ouverts, distants de perchoirs potentiels ou de pylônes et des routes (REIJNEN *et al.*, 1996 ; MILSOM *et al.*, 2000). Le taux de prédation des nids est plus important à moins de 50 m de la lisière d'un bois qu'à plus de 200 m de celui-ci (BERG, 1996 ; BERTHOLD *et al.*, 2017 ; LAIDLAW *et al.*, 2017).

Par ailleurs, la répartition spatiale des mammifères prédateurs à large échelle semble être plus importante pour la prédation des nids de Vanneaux huppés qu'une variation à plus petite échelle de la structure de l'habitat (EGLINGTON *et al.*, 2009).

5.3 Teneur en eau du sol

Le niveau d'inondation des zones de reproduction peut réduire la densité de prédateurs car les nids sont plus difficilement accessibles dans des zones

inondées (BELLEBAUM & BOCK, 2009). Le succès de la reproduction du Chevalier gambette est plus élevé sur les sols humides voire sur les zones où les flaques d'eau sont présentes que sur les sols secs (SMART *et al.*, 2006).

5.4 Anthropisation

En Amérique du Nord, les prédateurs les plus redoutables pour les nids sont des généralistes qui prospèrent dans des environnements modifiés par les êtres humains (SAUNDERS *et al.*, 1993). C'est le cas du Renard roux, de la Mouflotte rayée *Mephitis mephitis* et du Raton laveur. Les sites de nidification proches des décharges attirent les prédateurs, augmentent leur survie et leur capacité à prédater les espèces nichant au sol (BULLA *et al.*, 2019).

L'exploitation forestière et l'agriculture intensive réduisent les habitats et les zones de nidification potentielles. Les oiseaux déplacés se concentrent sur des zones protégées, attirant avec elles les prédateurs (TRIPLET & LIEUBRAY, 2016). Les rares espèces s'installant dans les zones exploitées s'exposent, de fait, à la vue des prédateurs et en sont plus facilement victimes (COWARDIN *et al.*, 1983).

L'urbanisation et la multiplication des routes entraînant la fragmentation des habitats et la réduction de leur surface incite les oiseaux nicheurs à se regrouper (DICKMAN, 1996). Ce phénomène conduit à une agressivité intra et interspécifique plus importante de la part des couples cantonnés, utilisant alors leurs réserves d'énergie pour se battre entre eux plutôt qu'à contrer les prédateurs (MOURONVAL & TRIPLET, 1991). De plus, la proximité de zones ouvertes avec des bois et des forêts fragmentés est un facteur d'augmentation de la densité de Renard roux (CATLING & BURT, 1995).

5.5 Dérangements

Après la ponte, lors d'un dérangement, la femelle s'envole, abandonnant son nid ou ses petits pendant plusieurs minutes et parfois même ne revient pas. Les poussins exposés sans protection finissent par sortir du nid et se disperser et sont des proies faciles (KORSCHGEN & DAHLGREN, 1992). Des dérangements humains qui amènent les femelles d'Eider à duvet à déserrer leur nid se traduisent par une augmentation d'un facteur de 6,42 de la prédation (STIEN & IMS, 2016). La présence humaine peut ainsi fournir des indices aux prédateurs, tels que les corneilles mantelées *Corvus cornix* et les goélands marins *Larus marinus*, augmentant les échecs de la reproduction des eiders à duvet (STIEN & IMS, 2016).

5.6 Changements climatiques

Les changements climatiques perturberaient les relations trophiques proies-prédateurs (OTTERSEN *et al.*, 2001 ; VISSER & HOLLEMAN, 2001) en affectant le succès de la reproduction (WINKLER *et al.*, 2002) et la survie des adultes (CORMONT *et al.*, 2011). Les modèles de prédation sont perturbés par le changement climatique, en particulier en Arctique qui pourrait devenir un piège écologique (KUBELKA *et al.*, 2018). Cependant, BULLA *et al.* (2019) considèrent que les preuves affirmant une augmentation de la prédation ne sont pas claires puisque les méthodes d'estimation de la prédation ont changé au cours du temps et surtout en Arctique, ce qui rend les méthodes compliquées à comparer. Les résultats peuvent aussi être biaisés par une augmentation de l'intensité des recherches (BRIDGE *et al.*, 2013).

6. Stratégies anti-prédateur

Il existe de nombreuses stratégies mises en oeuvre par les différentes espèces pour éviter la prédation. Ces stratégies peuvent être le fait d'individus isolés ou concerner des groupes réunis au sein de colonies. Et chaque espèce peut développer des stratégies différentes. C'est, par exemple, le cas de l'Huîtrier pie dont le comportement d'éloignement des prédateurs par des adultes simulant une aile brisée diffère entre les oiseaux des îles Féroé et les populations continentales (AMSTRONG, 1954).

6.1 Défense du territoire

Lorsque le couple reproducteur niche seul, il se défend par lui-même. Pour cela, la plupart des oiseaux d'eau sont dotés d'une vue perçante et d'un vol agile leur permettant de détecter les prédateurs de loin et de leur échapper.

L'Huîtrier pie et le Vanneau huppé sont des espèces agressives qui peuvent « harceler » les prédateurs (GOCHFELD, 1984 ; LEYRER et al., 2018). Le mâle et la femelle défendent activement leur territoire de ponte et d'alimentation (LEYRER et al., 2018). Leur forte territorialité semble liée à la prédation (VAN DER WAL & PALMER, 2008).

La capacité à contrer la prédation est inégale selon les espèces. Celles possédant une forte corpulence comme les cygnes ou les oies sont généralement capables de faire face aux prédateurs, bien que les adultes au nid et les jeunes jusqu'à un stade avancé de leur développement puissent être capturés. Les deux parents Cygne muet ou Tadorne de Belon, assurent la protection de leurs poussins. C'est ce que l'on appelle la double parentalité (ARQUILLA, 2007). Chez d'autres espèces d'Anatidés,

en revanche, une fois les canetons sortis du nid, seule la femelle s'occupe des petits. Les canards de surface ne savent pas défendre leurs petits, le succès de reproduction est donc moindre (ARQUILLA, 2007). La perte d'œufs par prédation peut être compensée par une nouvelle ponte alors que la prédation des adultes juste avant la période de reproduction risque d'être additive car les adultes peuvent être difficiles à remplacer à ce stade du cycle de reproduction (NEWTON, 1998). Les espèces à faible durée de vie et à grand nombre de jeunes sont plus capables de compenser la mortalité par prédation que les espèces longévives qui produisent peu de jeunes (GIBBONS et al., 2007).

6.2 Choix du site et évitement des prédateurs

Lorsque la pression de prédation est trop élevée, les oiseaux peuvent changer de site ou avoir une reproduction tardive, mais ils développent également de nombreuses stratégies pour échapper aux prédateurs (MONTGOMERIE & WEATHERHEAD, 1988). Ils évaluent la présence et l'abondance des mammifères pour s'installer préférentiellement sur le site où la prédation est la moins élevée. La plupart des mammifères tels que le Raton laveur, le Renard roux ou le Chat domestique marquent leur territoire avec leur urine. Après une semaine d'exposition au soleil, l'urine est toujours détectable par les oiseaux (EICHHOLZ et al., 2012). Le Garrot à œil d'or *Bucephala clangula* parvient, par olfaction, à différencier les espèces de mammifères en fonction des composés présents dans l'urine comme le 2-phényléthylamine qui n'est présent que chez les mammifères carnivores (PÖYSÄ, 1999, 2006). Plusieurs espèces sont capables de détecter et d'utiliser les ultraviolets et les excréments pour connaître le nombre de prédateurs

présents dans les environs (FORSMAN et al., 2013).

La faculté de déceler les prédateurs permet aux Anatidés d'augmenter le succès de la reproduction. En revanche, les couples les plus tardifs ne trouvant plus de place dans les zones peu fréquentées par les prédateurs n'ont pas d'autre choix que de s'installer dans un endroit moins propice (EICHHOLZ et al., 2012). Les femelles cherchent alors les endroits où l'activité des prédateurs semble la plus faible.

La plupart des Anatidés sélectionnent un site pourvu d'une végétation dense (notamment des graminées, des arbustes hauts), de plans d'eau à proximité ou d'un îlot (RINGELMAN, 1992 ; FOURNIER & HINES, 2001 ; CORCORAN et al., 2007 ; SAFINE & LINDBERG, 2008). La végétation dense empêche les prédateurs de se déplacer facilement. Les mares profondes forment une barrière naturelle contre les prédateurs terrestres. Les canards prairiaux présentent un pourcentage d'échecs de la nidification plus important que ceux pouvant se cacher dans la végétation (ARQUILLA, 2007).

6.3 Regroupement

Des regroupements de poussins, chez les vanneaux huppés, permettent aux adultes d'être plus efficaces contre les prédateurs. Ils adoptent ainsi une défense collective, avec des taux de prédation des nids et des jeunes plus faibles dans les zones accueillant un effectif nicheur plus élevé (EGLINGTON et al., 2010). Paradoxalement, les prédateurs sont moins attirés par les colonies à faible densité (LEYRER et al., 2018). Chez l'Huîtrier pie, les adultes reproducteurs se rassemblent pour chasser les prédateurs aviaires pendant toute la période d'incubation et d'élevage des jeunes (GOCHFELD, 1984).

La formation de colonies peut amener les femelles à coopérer et structurer la population. La forte prédation du Pygargue à queue blanche *Haliaeetus albicilla* a modifié les stratégies des soins parentaux chez l'Eider à duvet en privilégiant la coopération et la taille des groupes de femelles (JAATINEN et al., 2011). Cependant, cette adaptation comportementale peut aussi rendre les jeunes plus vulnérables aux prédateurs visuels et aux maladies plus facilement transmissibles (JAATINEN et al., 2011).

6.4 « Co-nesting » avec des espèces plus agressives

La plupart des oiseaux prairiaux sont capables de se montrer agressifs et de chasser les prédateurs (LIND, 1961 ; DYRCZ et al., 1981 ; ELLIOT, 1985 ; GREEN et al., 1990 ; KIRBY & GREEN, 1991 ; WYMENGA & ALMA, 1998 ; JOHANSSON, 2001). Nicher loin des nids de prédateurs est une stratégie profitable (FORSMAN & MÖNKKÖNEN, 2001). Les résultats de VAN DER VLIET et al. (2008), SUHONEN et al. (1994) et NORRDAHL & KORPIMÄKI (1998) contredisent l'hypothèse de KOSKIMIES (1957) selon laquelle nicher près d'un nid de prédateur peut dans certains cas être profitable dans le sens où ce prédateur peut en chasser d'autres du territoire et appuyer plutôt l'hypothèse d'une stratégie d'évitement des nids de prédateurs ailés.

Plusieurs espèces d'Anatidés nichent aux abords ou dans les colonies de Laridés (BERGMAN, 1982 ; KOSKIMIES, 1957) ; leur succès à l'éclosion est meilleur car les nids sont moins attaqués par les oiseaux et les mammifères (ANDERSON, 1965 ; GÖTMARK et AHLUND, 1988 ; HOLOPAINEN et al., 2015 ; BLUMS et al., 2003 ; VÄÄNÄNEN et al., 2016). Cependant, il semble que cela dépende du type d'associations. Dans le cas des eiders et des grands goélands, la prédation sur

les nids est importante (BOURGET, 1973 ; DONEHOWER & BIRD, 2008). La prédation est d'autant plus importante que le nombre de goélands dans la colonie est élevé (ODIN, 1957 ; DWERNYCHUK & BOAG, 1972 ; BERGMAN, 1982).

Le Bécasseau variable, le Combattant varié *Calidris pugnax* et la Bécassine des marais ont un meilleur succès de reproduction lorsqu'ils cohabitent avec des espèces plus agressives telles que le Vanneau huppé. La Barge à queue noire attaque plus efficacement les prédateurs lorsqu'elle se reproduit avec des vanneaux huppés, des chevaliers gambettes et des huîtriers pie. Les nids de Chevalier gambette sont souvent trouvés près des nids de Vanneau huppé et leur succès de reproduction y est supérieur à celui des nids isolés (LEYRER et al., 2018). Les huîtriers pie s'installent au sein des colonies de goélands cendrés et profitent de l'effet dissuasif de la colonie envers des prédateurs (TINBERGEN, 1975).

6.5 Camouflage

La couleur du plumage des femelles d'Anatidés de surface leur permet d'être moins visibles des prédateurs pendant la couvaison (COWARDIN et al., 1983). Les éléments constitutifs du nid et son insertion dans la végétation participent au camouflage, l'objectif étant qu'il échappe au maximum à la vue des prédateurs potentiels.

6.6 Autres stratégies

La plupart des espèces d'oiseaux d'eau, notamment les Limicoles, ont recours à la stratégie de l'aile cassée pour distraire un prédateur : le cri d'alerte détourne l'attention du prédateur pour qu'il ne remarque pas les canetons et la simulation de l'aile cassée par le parent donne l'illusion qu'il ne peut pas se défendre. Le prédateur s'attaquant souvent aux plus

faibles pour éviter de gaspiller du temps et de l'énergie essaie alors de l'attraper. Celui-ci étant en réalité capable de voler, s'enfuit au dernier moment (COWARDIN et al., 1983). Chez l'Huîtrier pie, les poussins peuvent se mettre à l'eau et nager sous l'eau sur 5 à 6 mètres (COOMBER, 1975 ; CAMPREDON, 1978).

7. Mesures de gestion

7.1 Données générales

La gestion des prédateurs est un axe de recherche majeur des deux dernières décennies. LAIDLAW et al. (2021) synthétisent les quatre outils de gestion des prédateurs qui ont été abordés au cours d'un atelier organisé lors de la conférence 2019 de l'International Wader Study Group, soit les techniques de détournement, d'exclusion, les mesures létales et le renforcement par l'élevage. L'atelier a mis en évidence la nécessité :

1. d'accroître les connaissances sur les prédateurs et leurs réponses aux interventions de gestion ;
2. de veiller à ce que la gestion soit connectée aux politiques, aux gestionnaires et au public ;
3. d'établir des objectifs clairs et cohérents pour l'avenir de la reproduction des populations de Limicoles afin de développer ces outils de gestion.

Gérer les impacts des prédateurs sur les populations d'oiseaux d'eau est donc un défi (LAIDLAW et al., 2021), d'autant plus que nombre d'espèces prédatrices (MASON et al., 2018) sont elles-mêmes menacées et protégées (en particulier les rapaces). La gestion peut également s'avérer peu fructueuse malgré les efforts entrepris : un test de comparaison de la productivité pendant 7 ans avant puis pendant 9 ans d'opérations de contrôle des prédateurs, incluant des exclos et le prélèvement de

118 renards roux et de 95 chats indique que le succès moyen de la nidification du Pluvier neigeux (*Charadrius nivosus*) a augmenté de 43 à 68 %. Cependant le succès à l'envol est resté pratiquement identique. Ceci suggère que d'autres facteurs conditionnent la productivité ou que le prélèvement de prédateurs n'a pas été suffisamment important (COLWELL, 2010).

Enfin, pour qu'une étude conclut que les prédateurs n'affectent pas les populations de proies, les auteurs doivent s'assurer que les effets létaux ne modifient pas significativement la densité des proies. Ils doivent aussi vérifier que le niveau de compétition intraspécifique chez la proie n'est pas significativement affecté et que les coûts de compensation non létale n'affectent pas significativement le niveau de compétition intraspécifique (CRESSWELL, 2010).

7.2 Identification des prédateurs

Pour contrôler la prédation, il faut tout d'abord identifier l'espèce qui en est responsable. Les indices sont les excréments, l'urine, les poils, les plumes, les indices d'agression ou les empreintes sur les nids abandonnés et détruits ou des restes d'œufs. La taille de l'œuf et l'épaisseur de la coquille varient selon les espèces (MALLORY & WEAFFERHEAD, 1990) et peuvent donc révéler quelle espèce a visité le nid et est parvenue à ouvrir un œuf (EICHHOLZ *et al.*, 2012). La morphologie des prédateurs influe sur la façon dont les œufs sont consommés et sur les types de traces laissées dans le nid (BELLEBAUM & BOSCHERT, 2003). Les espèces avec des griffes comme le Blaireau d'Amérique *Taxidea torus* et la Mouffette rayée *Mephitis mephitis* laissent des traces en creusant dans les nids (SARGEANT *et al.*,

1998). Les grands mammifères peuvent saisir des œufs dans leur gueule et les porter sans briser la coquille. Les oiseaux percent généralement un trou dans la coquille même si certains sont capables de transporter l'œuf dans le bec sans le casser (ODIN, 1957). Les oiseaux prédateurs peuvent aussi laisser des marques de plusieurs trous épars sur la coquille (SARGEANT *et al.*, 1998). Les prédateurs juvéniles laissent des traces différentes de celles des adultes de la même espèce étant donné leur taille plus petite et leur inexpérience (SARGEANT *et al.*, 1998).

Parfois, les traces sont moindres ou ténues et il est difficile d'identifier l'espèce prédatrice. Les chances d'être témoin d'un acte de prédation sont assez rares, d'autant plus que de nombreux prédateurs sont nocturnes. Une solution peut être de poser des pièges photographiques utilisés pour étudier les prédateurs, les interactions inter-espèces ou d'autres processus écologiques (SAVIDGE & SEIBERT, 1988 ; TROLLET *et al.*, 2014).

7.3 Méthodes non létales

7.3.1 Gestion des habitats

La première méthode non létale consiste à se concentrer sur l'amélioration de l'habitat visant à réduire la prédation et à améliorer les conditions d'alimentation des oiseaux (BODEY *et al.*, 2010 ; LEYRER *et al.*, 2018). Ceci est, par exemple, le cas de la Barge à queue noire aux Pays-Bas dont la densité est dépendante de la qualité des habitats (GROEN *et al.*, 2012) et dont le succès de reproduction est plus faible dans les zones de monoculture que dans les prairies diversifiées (KENTIE *et al.*, 2015). La gestion des habitats peut aussi viser la réduction du risque de prédation en éliminant les refuges des prédateurs proches des zones de reproduction et les perchoirs d'où ils

repèrent les nids et les poussins au sol. Cependant, supprimer la végétation haute pour améliorer les conditions de reproduction des Limicoles n'est pas sans conséquence sur d'autres espèces pour lesquelles une telle végétation est nécessaire (WOUND, 2013).

La gestion des habitats peut également rendre les espèces proies potentielles moins vulnérables en leur permettant de remplacer une ponte détruite (GIBBONS *et al.*, 2007). La proie peut plus facilement échapper à la prédation dans des habitats hétérogènes (HEITHAUS *et al.*, 2009). Si l'habitat est grand et que le nombre de prédateurs est peu élevé, alors le coût d'évitement pour la proie ne sera pas important (WIRSING *et al.*, 2010).

7.3.2 Gestion des espèces proies autres que les oiseaux d'eau

Il est possible de fournir des ressources alimentaires de substitution ou des habitats favorables au développement d'espèces proies pour éviter que les prédateurs attaquent les espèces ciblées par les projets de conservation (LAIDLAW *et al.*, 2015, 2021). Dans les systèmes de prairies, une végétation plus haute est connue pour améliorer l'approvisionnement alimentaire (larves de Tipulidés et campagnols) de plusieurs espèces d'oiseaux, ce qui peut permettre de fournir des proies à des prédateurs et d'éviter la recherche de nids et de poussins de Vanneau huppé (WHITTINGHAM *et al.*, 2004). Améliorer la présence de micromammifères, notamment de campagnols peut être utilisé afin de fournir des proies importantes pour des prédateurs tentés, en leur absence, de se reporter sur les nids et les poussins de Limicoles (LAGENDIJK *et al.* 2019). Ceci suppose de disposer de zones de végétation haute plus favorables

aux micro-mammifères qui y trouvent abri et nourriture en périphérie des zones de reproduction des Limicoles (BODEY *et al.*, 2010 ; LAIDLAW *et al.*, 2019). L'amélioration des conditions d'alimentation des prédateurs peut cependant à terme avoir un effet négatif en augmentant leur succès de reproduction avec pour conséquence une hausse de leur nombre. Cette méthode, testée au Royaume-Uni n'a donc fourni qu'un succès partiel (GIBBONS *et al.*, 2007). Dans le même ordre d'idée, LIEBEZEIT & GEORGE (2002) conseillent, pour limiter les corvidés, de réduire les ressources alimentaires d'origine anthropique.

7.3.3 Îlots artificiels

Il s'agit de structures inaccessibles aux prédateurs car installées le plus loin possible des berges des plans d'eau (DOTY & LEE, 1974 ; WILLMS & CRAWFORD, 1989 ; LOKEMOEN, 1994 ; ESKOWICH *et al.*, 1998). Des fossés sont creusés pour augmenter la profondeur de l'eau. Cela crée une barrière souhaitée infranchissable pour les mammifères, excepté les excellents nageurs, comme les renards roux, les visons et les ratons laveurs (DUEBBERT, 1966 ; WILLMS & CRAWFORD, 1989 ; FLESKES & KLAAS, 1991). Cette méthode est plus efficace si une clôture anti-prédateurs, électrifiée, entoure l'îlot ; celle-ci, toutefois, ne protège pas les nicheurs des oiseaux prédateurs.

7.3.4 Clôtures

Les clôtures peuvent se présenter sous la forme d'une simple dissuasion physique (treillis) ou de fils électriques ; les deux associées constituent ce que l'on qualifie une clôture "combinée" (WEST *et al.*, 2007 ; LAIDLAW *et al.*, 2021 ; WHITE & HIRONS, 2019). Un treillis peut être enterré pour empêcher les prédateurs de creuser (RONDEAU & PIEHL, 1989). Le succès des nids

d'Anatidés est plus élevé sur les sites où les prédateurs sont exclus, éliminés ou réduits, notamment sur les îlots et sur les sites entourés de clôtures (BEAUCHAMP *et al.*, 1996). La gestion des prédateurs concerne en grande partie les prédateurs terrestres, la gestion des oiseaux prédateurs restant difficile et très aléatoire (SLAGSVOLD, 1978) ; certains prédateurs peuvent pénétrer les clôtures (GREENWOOD *et al.*, 1990) et une forte densité de nids dans une zone restreinte peut attirer les prédateurs (SUGDEN & BEYERBERGEN, 1986).

RICKENBACH *et al.* (2011) ont mis en enclos des zones d'alimentation de familles de vanneaux huppés afin de quantifier la survie des poussins en présence ou en l'absence de prédateurs. La survie des poussins la nuit est considérablement plus basse dans les zones non encloses que dans les zones encloses, ce qui suggère que les prédateurs nocturnes, dont le Renard roux, sont responsables d'une part importante de la mortalité. La survie cumulée de l'éclosion à l'envol est de 0,24 dans les zones encloses et est proche de 0 dans les zones non encloses. La pose d'une clôture électrique permettrait donc d'améliorer le succès à l'envol (VERHOEVEN *et al.*, 2021) dans des expériences menées au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. Ces barrières repoussent les méso-prédateurs (prédateurs de taille moyenne) comme le Renard roux (FORSTER, 1975 ; PATTERSON, 1977 ; RONDEAU & PIEHL, 1989 ; GATTI *et al.*, 1992).

Des enclos de nidification pourraient être bénéfiques autour des nids des espèces défendant leur territoire de façon accrue contre les prédateurs. Ces espèces agressives deviendraient alors des « espèces parapluies » et protégeraient les nids d'autres espèces (DYRCZ *et al.*, 1981). L'exclusion des prédateurs pourrait être

une technique efficace pour augmenter les populations d'oiseaux d'eau vulnérables. En effet, dans l'étude de SMITH *et al.* (2011), la mise en place d'une clôture permet au succès à l'éclosion d'atteindre 92 % chez les espèces en déclin.

Cependant, les clôtures ne sont pas infaillibles (WEST *et al.*, 2007). En Angleterre, sur dix aires protégées dans lesquelles des clôtures d'exclusion ont été mises en place, trois renards roux ont été observés à l'intérieur des zones clôturées mais ont été chassés ou tués avant que les nids de vanneaux aient été détruits (MALPAS *et al.*, 2013). Les nids ont été classés en deux catégories : ceux échouant par prédation et ceux échouant pour une autre cause. Seulement 2 % des nids ont été abandonnés et ce pourcentage ne différait pas entre les zones clôturées ou non, et 16 % des nids au sein de la zone clôturée ont été détruits par un prédateur contre 66 % avant la mise en place de la clôture. Les taux de prédation quotidiens étaient significativement plus faibles à l'intérieur des enclos et le nombre de poussins à l'envol par couple était significativement plus élevé les années avec clôture : 0,79 en moyenne avec une clôture contre 0,23 les années avant la mise en place de clôtures (MALPAS *et al.*, 2013). Ceci signifie non seulement que plus de nids échappent à la prédation mais aussi que plus de jeunes survivent. Les adultes ou les jeunes Limicoles peuvent avoir une meilleure fitness du fait du contrôle des prédateurs. Cependant, une grande densité d'adultes et de poussins peut créer un "hotspot" au sein de l'enclos et attirer les prédateurs non exclus comme les rapaces, les corvidés et les petits mustélidés (STEPHENS & KREBS, 1986 ; AUSDEN *et al.*, 2009 ; TEUNISSEN *et al.*, 2008).

L'utilisation des clôtures peut être plus

efficace quand elle est combinée à une autre technique de gestion des prédateurs : moyens acoustiques (ultrasons), visuels (feux clignotants), chimiques (parfum) (LAIDLAW *et al.*, 2021). Néanmoins, le succès de ces moyens de dissuasion dépend du contexte et leur cumul peut conduire à une accoutumance des prédateurs (KHOROZYAN & WALTERT, 2019). Les effets de ces méthodes sur les Limicoles en reproduction sont encore inconnus (LAIDLAW *et al.*, 2021).

L'utilisation de clôtures et leur réel effet sur les populations d'oiseaux sont encore sujets à débat. Aux États-Unis, le succès de reproduction est plus faible dans des zones clôturées que non clôturées car les mouffettes préfèrent les lieux dépourvus de grands herbivores (KEITH, 1961). Les clôtures électrifiées ou non ne protègent pas des oiseaux prédateurs, des petits mammifères et des serpents (KOENEN *et al.*, 1996 ; IVAN & MURPHY, 2005 ; VERHOEVEN *et al.*, 2021). Elles sont coûteuses (GIBBONS *et al.*, 2007 ; WEST *et al.*, 2007), bien que considérées comme rentables (LOKEMOEN, 1984 ; JIMÉNEZ *et al.*, 2001). Ces clôtures ont surtout été utilisées pour protéger les nids d'Anatidés, mais dans certains cas également pour des Limicoles tels que le Bécasseau à poitrine cendrée *Calidris melanotos* (ESTELLE *et al.*, 1996), le Pluvier siffleur (RIMMER & DEBLINGER, 1990 ; MAYER & RYAN, 1991) et la Sterne caugek *Thalasseus sandvicensis* (FORSTER, 1975 ; PATTERSON, 1977). Les clôtures peuvent avoir des effets négatifs sur les oiseaux en raison des risques de collisions (BAINES & SUMMERS, 1997). Mais cette mortalité serait minime par rapport à la mortalité par prédation.

Il a été observé que les renards pénétraient de façon régulière dans ces enclos (WEST *et al.*, 2007). Par exemple, une barrière de 51 cm de hauteur ne les empêche

pas de passer par-dessus (PATTERSON, 1977 ; FORSTER, 1975 ; GATTI *et al.*, 1992). En 1999, West et son équipe ont construit 4 enclos de nidification de 16 ha dans le nord de l'Utah (WEST, 2002). Les clôtures étaient faites de fils métalliques électrifiés et hautes de 114 cm. Un renard a été aperçu dans l'enclos, sautant la clôture avec facilité. Il a été revu dans l'enclos tout au long de la saison de nidification. Des clôtures d'un minimum de 122 cm de hauteur sont préconisées pour exclure les renards (ANONYMOUS, 1988 ; RONDEAU & PIEHL, 1989) avec un treillis de 5 x 5 cm enfoui à 10 cm au minimum dans le sol (LOKEMOEN, 1984 ; GOODRICH & BUSKIRK, 1995). Les clôtures étant coûteuses, il est difficile de les ériger sur un grand périmètre. Le coût de leur maintenance peut écourter la durée du projet (SMITH *et al.*, 2011). Les mammifères arrivent souvent à pénétrer les clôtures abîmées, lorsque le courant électrique est coupé, ou creusent sous la clôture (GREENWOOD *et al.*, 1990 ; MAYER & RYAN, 1991 ; LAGRANGE *et al.*, 1995).

Les clôtures excluant les prédateurs sont donc considérées comme moins efficaces pour assurer le succès de la reproduction des Limicoles que des actions sur les milieux, destinées à réduire la pression sur les nids et les poussins (EWING *et al.*, 2023). Dans la réserve naturelle nationale de la baie de Somme, entourer des îlots par des enclos électrifiés nécessite un investissement important mais empêche toute arrivée de mammifères sur les îlots mais comme ailleurs, cela n'exclut pas la prédation par les oiseaux (P. Triplet, obs. pers.).

7.3.5 Enclos individuels

Une autre méthode pour réduire la prédation est de protéger les nids avec des enclos individuels ou nid-cage. Cette méthode est utilisée en Amérique du Nord, en

Europe et en Australie (GARNETT & CROWLEY, 2000 ; JOHNSON & ORING, 2002 ; MIDDLETON, 2003). Dans le cas des populations en danger critique d'extinction, qui sont sujettes à des taux de prédation des nids pouvant être élevés comme la population de Bécasseau variable du sud de la Baltique, son utilisation empêche à la fois le piétinement et la prédation et peut réduire considérablement les pertes de nids (ISAKSSON *et al.*, 2007 ; PAULINY *et al.*, 2008). L'enclos doit permettre aux oiseaux en couvain d'entrer et de sortir quand ils le souhaitent. Il est souvent circulaire ou triangulaire, fait de métal tissé. Le diamètre varie entre 1 et 3 m et la hauteur est d'environ 1 m. Il peut être équipé d'un toit ou non, selon le prédateur visé, oiseau ou mammifère (RIMMER & DEBLINGER, 1990). La taille, la forme, la taille des mailles et la hauteur n'ont pas d'effet significatif. La construction doit être solide pour empêcher son retournement par un bovin ou un prédateur (AUSDEN, 2007).

AUSDEN (2007) a étudié le rôle des enclos individuels pour le Vanneau huppé et le Chevalier gambette. Malgré la réticence de certains, les oiseaux ont majoritairement accepté d'y pénétrer dans les 30 minutes (AUSDEN, 2007). Chez les deux espèces, les nids protégés ont un succès à l'éclosion significativement plus élevé que les nids non protégés (AUSDEN, 2007, voir aussi SMITH *et al.*, 2011). Les enclos peuvent cependant augmenter la pression de prédation sur les adultes couvant (NOL & BROOKS, 1982 ; JOHNSON & ORING, 2002). En effet, les chevaliers, par exemple, ont un comportement de fuite seulement quand le prédateur est proche. Les oiseaux effrayés essaient alors de s'envoler vers le haut de la cage et n'arrivent pas à sortir à temps (ISAKSSON *et al.*, 2007) et, dans la panique, ils peuvent piétiner les œufs (AUSDEN, 2007).

Par ailleurs, chez les vanneaux huppés, les nids protégés sont incubés plus longtemps (AUSDEN, 2007) ce qui peut s'expliquer de plusieurs façons. L'espèce niche dans des milieux ouverts et détecte les prédateurs très rapidement (CRAMP & SIMMONS, 1983). Dans un enclos, la visibilité est réduite, les vanneaux huppés seraient donc plus vigilants et sortiraient parfois du nid lors de « fausses alertes », ce qui conduirait à de fréquentes interruptions de couvain, ce qui la prolongerait d'autant. Une deuxième hypothèse est que l'un des deux sexes est plus hésitant à entrer dans l'enclos et que le second ne compenserait que partiellement le temps d'incubation. Enfin, les prédateurs et les bovins attirés par les cages pourraient perturber les oiseaux et entraîner une incubation moins efficace. Une incubation prolongée diminue la masse corporelle des poussins (LARSEN *et al.* 2003), ce que l'étude de AUSDEN (2007) ne confirme pas. Ce paramètre est important à prendre en compte car des poussins plus lourds ont une meilleure survie (GRANT, 1991 ; BLOMQUIST *et al.*, 1997). Des vanneaux adultes ont fini par abandonner leur nid alors qu'ils avaient accepté facilement l'enclos. NIEHAUS *et al.* (1994) ont conclu que les enclos avec un toit pourraient conduire à l'abandon. Cependant, ne pas mettre de toit n'est pas une réelle solution car les oiseaux prédateurs peuvent accéder facilement au nid.

Les petits mammifères, surtout les Mustélinés, peuvent entrer dans ces enclos et détruire les nids (NOL et BROOKS, 1982 ; KRUSE *et al.*, 2001 ; JOHNSON et ORING, 2002). Les enclos individuels ne peuvent être placés avant l'arrivée des oiseaux et doivent être remplacés chaque année. Lors de la pose des cages, les oiseaux nicheurs sont dérangés (NOL & BROOKS, 1982 ;

NIEHAUS *et al.*, 2004) et cela peut mener à l'abandon des nids. Il est supposé que les prédateurs associent les enclos au nid et sont donc plus attirés vers ceux-ci que par les nids non protégés.

La mise en place d'une protection des nids a un effet positif sur le succès à l'éclosion, bien que parfois aléatoire (MABEE & ESTELLE, 2000 ; JOHNSON & ORING, 2002) mais n'améliore pas la survie des poussins (PLARD *et al.*, 2019). Son efficacité dépend de ses caractéristiques (DEBLINGER *et al.*, 1992). Aux Pays-Bas, le taux d'augmentation n'est que de 2 % si tous les nids sont protégés. Les résultats de ces auteurs suggèrent que les mesures de protection doivent prioriser la réduction de la prédation et l'amélioration des habitats utilisés par les poussins en promouvant des zones hétérogènes combinant des zones d'herbes hautes ou rases pour pouvoir se réfugier et rechercher la nourriture respectivement.

L'utilisation d'enclos individuels autour des nids augmenterait le succès à l'éclosion par rapport à un enclos autour d'une zone d'exclusion des prédateurs, mais la différence n'est pas significative (SMITH *et al.*, 2011). Cependant, les méthodes ne sont pas réellement comparables car elles ont été testées sur des espèces et des habitats différents. Les clôtures peuvent avoir des avantages si les espèces d'oiseaux sont attirées par les zones où il y a peu de prédateurs, car si elles nichent en forte densité, elles peuvent mieux se défendre des oiseaux prédateurs (BERG *et al.*, 1992). C'est le cas, par exemple, du Vanneau huppé. Pour la sauvegarde du Pluvier neigeux, les enclos individuels s'avèrent efficaces mais impliquent un investissement coûteux en temps et ne sont qu'une solution à court terme (LIEBEZEIT & GEORGE, 2002) ; ils ne sont vraiment justifiés qu'en cas d'urgence et

d'un fort taux de prédation sur une espèce prioritaire pour la conservation (JIMENEZ *et al.*, 2001).

7.3.6 Nids artificiels

Des structures de nids artificiels (nest-tubes) surélevés pour les Anatidés peuvent réduire considérablement la prédation (LOSITO *et al.*, 1995) surtout pour le Canard colvert (DOTY & LEE, 1974 ; DOTY *et al.*, 1975 ; DOTY, 1979). Dans l'Iowa, 33 % des structures ont été utilisées par les canards colverts et ont eu un succès de nidification de 87 % (BISHOP & BARRATT, 1970). Dans la région des Potholes, les structures durent plus de 7 ans lorsqu'elles ne sont pas érodées par la végétation et le vent (DOTY *et al.*, 1975). Les rats laveurs sont les seuls prédateurs pouvant accéder aux structures, mais ce problème peut être réglé en utilisant des structures en métal tronquées sur les poteaux de support (DOTY *et al.*, 1975 ; DOTY, 1979).

7.4 Méthodes létales

Les mesures létales peuvent être envisagées quand d'autres mesures s'avèrent insuffisantes pour sauver la population d'une espèce menacée ou en voie de disparition (LIEBEZEIT & GEORGE, 2002). Les méthodes autorisées les plus courantes sont le piégeage sélectif et le tir. Ces mesures opposent les gestionnaires qui emploient cette méthode aux personnes qui s'opposent par principe à toute mort animale et en particulier de vertébrés supérieurs. L'usage du poison est définitivement proscrit. Les tirs de nuit, généralement les plus efficaces pour les mammifères, ne peuvent être pratiqués que dans un cadre clairement défini et avec les autorisations appropriées. Quand la prédation est l'œuvre d'individus spécialisés, les supprimer précocement permet de réduire considérablement

les risques de prédation sur les espèces faisant l'objet de mesures de conservation et cela permet d'éviter tout phénomène d'imitation ou d'apprentissage par les congénères. Cela permet également de réduire l'impact sur les individus de l'espèce qui ne sont pas tous spécialisés. Il a suffi de supprimer 16 goélands leucophées *Larus michahellis* pour réduire de 65 % en trois ans le nombre d'océanites tempêtes *Hydrobates pelagicus* tués sur leurs nids sur l'île de Benidorm en Espagne (SANZ-AGUILAR *et al.*, 2009). De même, dans la réserve naturelle nationale de la Baie de Somme, la destruction de 8 couples de Goéland argenté a permis d'éteindre la prédation effectuée par cette espèce sur les œufs et les poussins d'Avocette (CARRUETTE & TRIPLET, 1996).

LAIDLAW *et al.* (2021) citent plusieurs exemples d'opérations ayant abouti à une amélioration de la reproduction des espèces ciblées. Les mesures létales augmentent souvent le succès à l'éclosion mais la taille de la population d'oiseaux menacés n'augmente pas toujours car d'autres facteurs de mortalité peuvent ne pas avoir été cernés (COTE & SUTHERLAND, 1997 ; NEWTON, 1998). Le piégeage des prédateurs peut influencer de façon positive le succès de la reproduction des canards plongeurs comme le Milouin d'Amérique *Aythya americana* (GARRETTSON *et al.*, 1996 ; MENSE, 1996). Sur les zones piégées, la survie des couvées de Canard souchet *Spatula clypeata* et de Canard colvert est plus élevée (PEARSE & RATTI, 2004). La régulation des prédateurs a un impact positif sur les effectifs nicheurs au moins au niveau local (DOTY & RONDEAU, 1987 ; CÔTÉ & SUTHERLAND, 1997 ; GIBBONS *et al.*, 2007 ; FLETCHER *et al.*, 2010). Aux États-Unis, le contrôle du Renard améliore la survie des poussins de Pluvier siffleur *Charadrius melodus* (ROBINSON *et al.*, 2023). Une élimination du Renard roux et de la

Corneille noire dans les landes britanniques a triplé le succès de reproduction de huit espèces d'oiseaux dont trois Limicoles : le Vanneau huppé, le Pluvier doré et le Courlis cendré et augmenté d'au moins 14 % leurs effectifs nicheurs. Dans les lieux sans mesures, seuls 19 % des couples de Vanneau huppé et 12 % des couples de courlis cendrés reproducteurs ont produit des jeunes, ce qui n'est pas suffisant pour maintenir les effectifs reproducteurs. La diminution du contrôle du Renard roux, de la Corneille mantelée *Corvus cornix* et du Goéland brun *Larus fuscus* aurait entraîné une augmentation de la prédation des œufs et des poussins de Courlis cendré (GRANT *et al.*, 1999). Dans une expérience, menée sur les îles Britanniques, destinée à améliorer les conditions de reproduction du Courlis cendré, la suppression des prédateurs (Renard, Corneilles noire et mantelée) n'a pas eu d'effet sur la reproduction du Courlis cendré et de la Bécassine des marais, mais a été favorable au Vanneau huppé (DOUGLAS *et al.*, 2023). Cette méthode est parfois la seule option réalisable dans certains sites et pour des espèces qui nichent avec de faibles densités et dont les familles ont besoin de grandes surfaces. Par exemple, la mise en enclos n'est pas plus réalisable dans les champs pour les vanneaux huppés que dans les landes pour les courlis cendrés. Les méthodes létales peuvent être conduites efficacement à grande échelle (HEYDON *et al.*, 2000), bien que d'autres auteurs les considèrent comme difficiles en raison de processus comme l'immigration de prédateurs non territoriaux (BOLTON *et al.*, 2007). Il est d'autre part essentiel de suivre les taux de prédation et d'éviter les conséquences inattendues comme la prédation compensatoire liée à l'augmentation des effectifs de plus petites espèces qui peuvent à leur tour devenir prédatrices (DION *et al.*, 1999).

Une augmentation par deux ou par trois de la productivité est notée chez le Vanneau huppé, le Pluvier argenté *Pluvialis squatarola*, le Chevalier gambette et le Courlis cendré avec un contrôle des prédateurs (PARR, 1993 ; BOLTON *et al.*, 2007 ; FLETCHER *et al.*, 2010). Quand seuls les corvidés sont piégés, les effets sont moins visibles sur la productivité, ce qui suggère que leur impact est peu important et que les efforts pour améliorer la productivité des espèces peuvent être orientés vers d'autres facteurs plus importants (MADDEN *et al.*, 2015).

En Pologne, une étude de sept ans a permis de mettre en évidence que la diminution des effectifs du Vison d'Amérique a conduit à une augmentation du taux de survie quotidien des nids et à un meilleur succès de la reproduction du Vanneau huppé, de la Barge à queue noire et du Chevalier gambette (SIBILLE *et al.*, 2020). La suppression du Vison d'Amérique de 60 îles finlandaises a montré que cette espèce affectait la reproduction et augmentait l'attractivité des sites de reproduction isolés (NORDSTRÖM & KORPIMÄKI, 2004). Les espèces les plus petites d'Anatidés étaient disproportionnellement affectées par sa prédation (NORDSTRÖM *et al.*, 2002). Le succès du contrôle a conduit à l'étendre géographiquement (BANKS *et al.*, 2008). L'île d'Öland dans la mer Baltique abrite une grande partie de la population reproductrice suédoise de Bécasseau variable et de Barge à queue noire. La prédation des œufs et des poussins y constitue l'une des menaces les plus importantes pour les effectifs nicheurs de ces deux espèces. Les populations de prédateurs augmentent en raison de la réduction de la chasse et d'une forte disponibilité en ressources alimentaires. Les chasseurs locaux ont lancé un projet

de réduction des prédateurs sur 200 km² sous contrôle scientifique. La saison de chasse de certains prédateurs a été prolongée jusqu'au début du printemps. Les chasseurs éliminent chaque année 400 mammifères (Renard roux, Blaireau, Martre des pins *Martes martes*) et 1 000 corvidés. Une maladie touchant les renards s'est propagée sur l'île en même temps que ce projet, ce qui biaise les résultats. La population de Barge à queue noire a augmenté et celle du Bécasseau variable (espèce qui a disparu du sud de la Suède), s'est stabilisée. Cet exemple montre que la prédation a un réel impact sur la reproduction de ces oiseaux d'eau mais aussi sur la taille de la population (LEYRER *et al.*, 2018).

SMITH *et al.* (2011), à la différence de CÔTÉ & SUTHERLAND (1997), ont mis en évidence que la suppression des prédateurs remplit les objectifs des gestionnaires de la conservation – maintenir ou augmenter les effectifs reproducteurs – mais ne remplit pas ceux des gestionnaires cynégétiques – augmenter les effectifs chassables après la reproduction. L'élimination du Renard roux s'avère efficace (BOLTON *et al.*, 2007 ; BEJA *et al.*, 2009) dans un contexte de gestion cynégétique (KÄMMERLE *et al.*, 2019), mais on notera que dans cette dernière publication, le prélèvement n'est pas systématique et qu'il résulte d'une chasse récréative. SUMMERS *et al.* (2004) réfutent d'ailleurs cette efficacité,

La suppression des prédateurs aboutit à une augmentation de la survie précoce des oiseaux (éclosion et envol), mais ne résulte pas toujours dans une augmentation des populations post-reproduction, notamment sur les îles, alors que cela est le cas en zone continentale. Le succès du contrôle des prédateurs est très variable (BEAUCHAMP *et al.*, 1996).

Pour 23 des 27 études (85 %) analysées par NEWTON (2004), l'élimination des prédateurs améliore la survie des nids des espèces cibles. Dans 12 des 17 études (71 %) la taille de la population après la reproduction est augmentée et dans 10 des 17 études (59 %) le nombre de reproducteurs subséquents augmente. NORDSTRÖM *et al.*, (2003) ont examiné 8 autres études et ont trouvé des résultats semblables soit une amélioration de la survie des nids dans 84 % des cas, de la population après reproduction dans 70 % des cas et du nombre de reproducteurs dans 61 % des cas. Dans plus de la moitié des études, les populations proies ont été limitées par des prédateurs et leurs populations ont augmenté une fois ceux-ci éliminés. La plupart des oiseaux étudiés nichaient au sol, comme les Anatidés et les Limicoles. BODEY *et al.* (2011) ont étudié le succès de la reproduction du Vanneau huppé sur une île où le Furet *Mustela furo* et la Corneille mantelée ont fait l'objet de contrôles pendant deux années au cours desquelles le succès de la reproduction était supérieur à 80 %. Le taux de succès à l'envol les deux années était de 0,7 jeune par couple, en dépit d'un effort important de suppression des prédateurs, notamment lié au contrôle de la Corneille mantelée qui a résulté en une prédation compensatoire par le Grand Corbeau *Corvus corax*. Cela suggère que le déclin de l'espèce est peu susceptible d'être enrayé uniquement par la gestion des prédateurs, sans intervenir en même temps sur d'autres facteurs potentiellement limitants.

En 1996, la The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) a lancé une étude pour connaître l'impact du contrôle du Renard roux et de la Corneille noire sur la reproduction du Vanneau huppé. Les contrôles ont été effectués pendant 4 ans et ont été comparés à une situation sans

contrôle pendant une période de 4 ans également. Le nombre de renards et de corvidés a diminué de respectivement de 40 % et 56 % pendant les années de régulation. Aucun effet du contrôle des prédateurs n'a été trouvé sur la survie de plus de 3 000 nids de vanneaux huppés mais les effets sur leur survie varient grandement entre les 11 sites étudiés. Le contrôle de ces prédateurs améliore significativement la survie des nids dans les sites où la densité de prédateurs était élevée (BOLTON *et al.*, 2007). Environ 500 poussins de Vanneau huppé ont été suivis sur ces sites, et aucun effet du contrôle n'a été montré sur leur survie. Les résultats sont biaisés par le fait que les sites choisis pour le suivi des poussins présentaient une faible densité de prédateurs. Sur les sites avec une densité de prédateurs élevée, le succès de reproduction était deux fois plus élevé les années pendant lesquelles le contrôle des prédateurs avait lieu (BOLTON *et al.*, 2007). Il est possible que les prédateurs tués aient emporté un nombre similaire de poussins à celui des poussins morts pour d'autres raisons (mortalité compensatoire). Il est également possible que l'effet du contrôle des prédateurs soit occulté par la désertion du site par des adultes ayant échoué dans leur tentative de reproduction ou qu'un effet aurait été visible si le nombre de prédateurs tués avait été plus élevé.

En Nouvelle-Zélande, le contrôle des prédateurs fait partie des mesures destinées à favoriser l'Échasse noire *Himantopus novaezelandiae* en fort danger d'extinction. Les résultats de 20 années de contrôle ne s'avèrent pas concluants pour la survie de l'espèce. Le manque de compréhension de la dynamique prédateur/proie et d'un protocole approprié sont considérés comme étant les raisons du peu de résultats obtenus

(KEEDWELL et al., 2002).

8. L'appui à la reproduction

Cette expression, venant du mot anglais "Headstarting" qui se traduit par tête d'affiche, dispose d'une autre définition dans le lexique anglais de la conservation. Il s'agit d'une technique dans laquelle les jeunes animaux sont élevés artificiellement, protégés de toute prédation, et ensuite relâchés dans la nature.

Selon LAIDLAW et al. (2021), les espèces qui se prêtent à cette technique sont celles :

1. qui montrent une mortalité importante à différents stades de leur croissance ;
2. qui peuvent être élevées avec succès en captivité et fournir un succès à l'envol élevé ;
3. longévives et qui ont un taux de survie élevé à des stades tardifs de leur vie ;
4. qui atteignent leur maturité rapidement ;
5. qui devraient se reproduire localement ensuite (philopatrie natale) ;
6. pour lesquelles les effectifs seront augmentés significativement par le nombre d'individus élevés.

Cette méthode est difficile à appliquer car elle nécessite, outre des autorisations administratives, des structures appropriées et du personnel très compétent en matière d'élevage. De plus, que deviennent les oiseaux élevés en captivité et relâchés dans la nature ? Sont-ils capables de prendre possession de leur écosystème, de se nourrir, de migrer comme les autres ? et de se reproduire avec succès ? La Barge à queue noire et le Courlis cendré en ont fait l'objet de ces méthodes mais le recul est encore insuffisant pour en tester la pertinence (LAIDLAW et al., 2021).

Dans le cas d'espèces autres que les oiseaux d'eau, telles que l'Outarde canepetière *Tetrax tetrax* ou le Busard cendré *Circus pygargus*, ces mesures d'élevage et de relâchers ont permis la survie de plusieurs populations en France et en Espagne (ATTIÉ et al., 2022 ; ARROYO et al., 2003). Les succès à l'envol des poussins de Busard cendré étaient similaires entre ceux élevés en captivité et dans la nature, et le temps passé en captivité n'a pas eu d'effet sur le comportement des oiseaux relâchés (AMAR et al., 2000). De forts taux de prédation ont cependant pu être observés durant les phases de relâchers des outardes élevées en captivité, alors que la survie post-migratoire était relativement élevée durant les 14 années du programme de renforcement (15 à 45%, ATTIÉ et al., 2022). Cependant, cette méthode de gestion reste très invasive et dans bien des cas d'autres mesures de gestion de l'habitat ou de protection tels que détaillées précédemment, permettent de maintenir les populations (ARROYO et al., 2003).

9. Dilemme de la conservation

Les situations de dilemme dans la biologie de la conservation se produisent lorsque les différents acteurs (individus ou organismes) ont des programmes, des compréhensions et/ou des objectifs différents. Les gestionnaires et les autres parties prenantes peuvent ne pas visualiser la dynamique du système « dans son ensemble », ce qui rend les problèmes de conservation difficiles à résoudre (CUMMING, 2018). Le fait de réduire une population avec des moyens létaux au profit d'une autre est controversé par plusieurs arguments.

9.1 La philosophie de la non-intervention ou non-gestion

Une partie du public pense que l'être humain ne doit pas intervenir mais « laisser faire la nature » (NASH, 1968 ; DECKER *et al.*, 1991). Cette position est valable pour un écosystème qui serait resté intact. Or, la plupart des milieux sont exploités depuis longtemps, et de nombreuses espèces sont d'origine exogène. Les écosystèmes sont donc largement façonnés par les êtres humains. L'élimination des prédateurs supérieurs, la disponibilité des ressources alimentaires d'origine anthropique et les nombreux changements d'habitats y ont provoqué une augmentation anormale des prédateurs de taille moyenne (COWARDIN *et al.*, 1983).

9.2 Les prédateurs protégés

Le prédateur peut être lui-même protégé, sa destruction est donc *de facto* interdite (AUSDEN, 2007). Sur les côtes occidentales de l'Afrique du Sud, le Pélican blanc *Pelecanus erythrorhynchos* se nourrit de poussins de Fou de Bassan *Morus bassanus* et de Cormoran du Cap *Phalacrocorax capensis*, deux espèces menacées (MWEMA *et al.*, 2010). Faut-il améliorer la survie des Pélicans blancs en les laissant prédater des espèces protégées ou faut-il protéger les espèces de proies entraînant un impact négatif sur la population de Pélicans blancs ?

Ce dilemme peut être évité en identifiant les hypothèses sur lesquelles l'argument est fondé :

1. les pélicans n'ont pas d'autre source de nourriture ;
2. un choix unique doit être suivi (alors qu'une option serait de favoriser

- parfois une espèce et parfois l'autre) ;
3. les impacts sur la survie des juvéniles sont suffisants pour affecter la taille des populations des deux espèces ;
4. la protection est une option viable.

Dans le cas de l'Eider à duvet, l'augmentation du Pygargue à queue blanche, son prédateur naturel, qui a bénéficié de mesures de protection, n'a pas mené à un changement temporel de la survie de femelles adultes, ni du succès à l'éclosion sur les 13 années de suivi sur des îles finlandaises. Cependant, cette augmentation de la prédation a induit des changements comportementaux et physiologiques chez les femelles, qui, au cours du temps, ont réduit leur propension à se reproduire, et également induit une augmentation de la dissimulation des nids et une réduction des tailles de couvées (MOHRING, 2023).

Les solutions aux dilemmes comportent trois grands éléments :

1. évaluation du contexte de conservation ;
2. diagnostic des dilemmes et/ou des pièges les plus pertinents ;
3. mise en œuvre de solutions pratiques (WALTNER-TOEWS & KAY, 2005).

Il pourrait y être ajouté le suivi des effets des mesures de gestion sur les espèces contrôlées et sur celles qui devraient bénéficier de ce contrôle (Czajkowski, comm. pers.)

Conclusions

Une des grandes questions en écologie et en dynamique des populations est de savoir comment la prédation affecte la taille des populations d'oiseaux (CRESSWELL, 2010). La réponse à cette question dépend souvent du contexte et est étudiée pour des cas spécifiques (NEWSON *et al.*, 2010).

Par exemple, dans le cas des populations de Limicoles, l'étude peut se cantonner à la saison de reproduction quand la pression de prédation est forte au point d'affecter la productivité. Les effets de la prédation sont d'autant plus néfastes qu'ils s'exercent sur des populations peu abondantes, comme cela est le cas en limite d'aire de répartition, comme par exemple chez le Grand Gravelot (PIENKOWSKI 1984). La prédation est un facteur naturel de régulation des populations. En éliminant les individus les plus faibles, malades ou blessés, elle contribue à l'assurance de ressources pour les individus les plus forts. Comme de nombreuses espèces d'oiseaux produisent plus d'œufs que nécessaire pour maintenir les populations des espèces, la dynamique des populations est adaptée à la prédation qui agit en facteur de régulation (TEUNISSEN *et al.*, 2005). Toutefois, lorsque d'autres facteurs perturbent cet équilibre naturel, la prédation peut avoir des conséquences fâcheuses sur les espèces en mauvaise santé démographique jusqu'à compromettre leur survie.

La conservation d'une espèce repose sur différentes actions à mener simultanément, la conservation des habitats ou leur amélioration, la réduction de son prélèvement si elle fait partie des espèces non protégées, la suppression des espèces exotiques qui peuvent la concurrencer ou lui nuire (par prédation ou compétition interspécifique), et la prédation par des espèces autochtones. Il n'y a donc pas une mesure unique à mettre en œuvre mais un ensemble (MCDONALD & SERVICE, 2007). Réduire la prédation sur une espèce fortement menacée est bien entendu une façon possible de tenter de réduire son risque d'extinction locale, ce qui n'est pas le cas pour une population disposant de grands effectifs.

Aucune pratique de gestion ne s'avère meilleure qu'une autre (JIMENEZ *et al.*, 2001). Une même méthode peut s'avérer bénéfique dans certains sites et non dans d'autres, en raison des conditions locales : densité de l'espèce proie, densité et diversité des prédateurs. Des méthodes s'avèrent particulièrement efficaces, comme les nids-paniers pour différentes espèces d'Anatidés, ce qui permet de réduire le coût des interventions contre les prédateurs, et d'éviter les problèmes relationnels avec les opposants au piégeage.

La prédation peut-elle n'avoir réellement aucun effet/impact sur les populations d'oiseaux ? Ne pas intervenir est certainement la meilleure des choses à faire dans des écosystèmes encore vierges où les communautés sont intactes et où les fonctions écosystémiques sont assurées. Mais à l'ère de l'anthropocène, où peu de sites peuvent encore être qualifiés de vierges, faut-il intervenir pour réduire l'impact de la prédation sur les populations d'oiseaux menacés ? La question se pose. Dans ce cas, comment intervenir ? CRESSWELL (2008, 2010) ne préconise pas l'élimination systématique des prédateurs comme solution à la gestion d'une population. Celle-ci est concevable si les prédateurs posent un réel problème de maintien d'une population en bonne santé. Et leur élimination est encore plus justifiée lorsqu'il s'agit d'espèces introduites. Comme le fait remarquer COLWELL (2010), la réflexion concerne un prédateur individuel, d'une part, et le maintien d'une population viable d'oiseaux dans un écosystème équilibré, d'autre part. Et généralement l'accent est mis sur le prédateur plutôt que sur l'espèce menacée. C'est ainsi que les êtres humains marquent systématiquement une préférence pour les mammifères que pour les oiseaux, ce qui explique probablement

la plus grande considération pour la vie du prédateur que pour l'ensemble de ses proies réunies qui sont pourtant également des êtres vivants.

Contrôler la prédation en éliminant de grandes quantités de prédateurs n'implique pas *de facto* que cela va augmenter le succès de la reproduction des espèces proies et subséquemment la taille de leurs populations (CÔTÉ et SUTHERLAND, 1997). Réduire la prédation peut améliorer le succès de la reproduction seulement si ce succès n'est pas compromis par la détérioration des habitats ou d'autres facteurs comme l'augmentation de méso-prédateurs (PECKARSKY & MCINTOSH, 1998 ; CROOKS & SOULÉ, 1999 ; SHARPE, 2006 ; ROHWER et FISHER, 2007 ; LLOYD, 2007 ; LAIDLAW *et al.*, 2021). Comme cela a été montré plus haut, il suffit parfois d'éliminer juste les individus spécialisés pour obtenir des résultats.

L'acceptabilité de la gestion létale dépend surtout des espèces considérées (MESSMER *et al.*, 1999). Elle pose des questions éthiques. Il faut ainsi s'assurer que le niveau de prédation est réellement élevé et a un réel impact sur la population de l'espèce ciblée (LEYRER *et al.*, 2018) et qu'une méthode non létale ne permet pas de donner des résultats suffisants. Les méthodes mises en œuvre doivent permettre un effet réel sur l'espèce ciblée mais non sur les populations non ciblées. Une méthode de régulation qui combine prélèvements et exclusion physique des prédateurs (clôtures) autour des habitats favorables à la nidification de l'espèce à conserver, permet de réduire la prédation (ZIELONKA *et al.* 2019). Les méthodes létales doivent toujours entrer dans le cadre légal et ne concerner que des espèces non protégées ou pouvant faire l'objet d'opérations de régulation dans

des conditions précises (cas du Goéland argenté *Larus argentatus*) ou faire l'objet de dérogations lorsqu'aucune autre solution n'est disponible. Elles doivent, par ailleurs, faire l'objet d'une grande transparence afin que leur contrôle puisse s'effectuer facilement par les personnes habilitées. Il est compréhensible qu'elles ne fassent pas, voire jamais, consensus, mais dans un espace géré où des priorités sont accordées aux espèces les plus menacées (JIMENEZ *et al.*, 2001), la décision d'intervenir appartient au gestionnaire d'un site qui doit choisir ce qu'il considère être la méthode la plus appropriée pour améliorer le succès de la reproduction d'une espèce ciblée comme étant prioritaire.

JIGUET (2020) énumère les quatre étapes nécessaires avant d'entreprendre une action. Sa réflexion vise le contrôle des prédateurs afin de réduire leur impact sur des espèces chassables et non les espèces dont la survie, au moins au plan local, est en péril :

1. évaluer l'étendue des dégâts causés par l'espèce, sur les plans écologique et économique en comparant les résultats avec ceux obtenus sur des zones témoins ;
2. comprendre comment fonctionne la population animale prédatrice, en matière de survie, de dispersion, de recrutement et tester l'efficacité à réduire ses effectifs ;
3. estimer le coût économique de la mise en place d'opérations de contrôle, à des échelles de temps et d'espace appropriées et comparer avec les coûts des dégâts et des zoonoses émergeant de ces espèces ;
4. évaluer comment le contrôle peut atteindre cet objectif en matière de réduction des dommages ou des risques d'infection.

Cette démarche n'est pas sans rappeler celle de BOLTON *et al.* (2007) qui décrivent le cheminement nécessaire avant de prendre des décisions de prélever ou non des prédateurs, en prenant en compte l'irremplaçabilité du site et de ses habitats pour l'espèce à protéger, la capacité reproductrice de cette dernière, l'abondance des prédateurs sur le site et l'assentiment des populations locales envers l'utilisation d'une méthode ou d'une autre, létale ou non létale.

Pour conclure, il est très important d'examiner, pour chacune des méthodes de contrôle envisagées, les avantages et

les inconvénients, et dans tous les cas de les entourer de protocoles de suivi scientifique rigoureux. Les techniques qui ne sont pas bien suivies peuvent causer d'importants dégâts au sein des populations d'espèces protégées ou menacées. Peu de publications scientifiques traitent ce sujet, les effets négatifs des techniques de conservation étant moins souvent publiés que les effets positifs (FAZEY *et al.*, 2005). De plus les résultats proviennent de la mise en place d'une gestion pratique et rarement de recherches scientifiques (FISCHER & LINDENMAYER, 2000 ; FAZEY *et al.*, 2005 ; PULLIN *et al.*, 2004 ; JAATINEN *et al.*, 2022).



© Jean-François CORNUET

Jeune vanneau huppé

Bibliographie

ABRAMS P. A. 1993. Why Predation Rate Should Not be Proportional to Predator Density. *Ecology* 74: 726–733. doi:10.2307/1940800

AMAR A., ARROYO B. E. et BRETAGNOLLE V. 2000 Post-fledging dependence and dispersal in hacked and wild Montagu's Harriers *Circus pygargus*. *Ibis* 142: 21-28.

AMAR A., GRANT M., BUCHANAN G., SIM I., WILSON J., PEARCE-HIGGINS J. W. et REDPATH S. 2011. Exploring the relationships between wader declines and current land-use in the British uplands. *Bird Study* 58: 13–26.

AMSTRONG E. A. 1954. The ecology of distraction display. *The British Journal of Animal Behaviour* 2: 121-135

AMUNDSON C. L., PIERON M. R., ARNOLD T. W. et BEAUDOIN L. A. 2013. The effects of predator removal on mallard production and population change in northeastern North Dakota. *Journal of Wildlife Management* 77: 143-152.

ANDERSON W. 1965 Waterfowl production in the vicinity of gull colonies. *Calif. Fish and Game* 51: 5-15.

ANDREAS U., 2017. Prädationsmanagement – Waschbär, Mink und Co. Wiesenvogelschutz mit örtlichen Jägern. Landkreis Stade, Vortrag, 2. Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz (NNA)

ANGELSTAM P., LINDSTRÖM E. et WIDÉN P., 1984. Role of predation in short-term population fluctuations of some birds and

mammals in Fennoscandia. *Oecologia*, 62: 199-208.

ANONYMOUS 1988. Fences. Bureau of Land Management, Vegetative Rehabilitation and Equipment Workshop, Missoula, Montana, USA.

ARQUILLA B. J. 2007. Effects of predator activity on the nesting of American Black Ducks and other birds on barrier islands in the mid-Atlantic coast - *LSU Master's Theses*. 3742

ARROYO B. E., BRETAGNOLLE V. et GARCIA T. 2003. Land use, agricultural practices and conservation of Montagu's Harrier. In *Birds of prey in a changing environment* (pp. 449-463).

ATTIÉ C., MUNOZ A., CHEVASSON O. et BRETAGNOLLE V. 2022. Captive breeding, handling and care, and the impact of releases on wild populations. In *Little Bustard: Ecology and Conservation* (pp. 193-223).

AUSDEN M. 2007 *Habitat management for conservation: A handbook of techniques*. Oxford University Press on Demand.

AUSDEN M., BOLTON M., BUTCHER N., HOCOM D. G., SMART J. et WILLIAMS G. 2009. Predation of breeding waders on lowland wet grassland—Is it a problem? *British Wildlife*, 21(1), 29.

BAILEY L. D.. 2016. *Between the devil and the deep blue sea: Consequences of extreme climatic events in the Eurasian Oystercatcher (Haematopus ostralegus)*. Ph. D. Thesis. The Australian National University. 170 p.

- BAINES D. 1990** The roles of predation, food and agricultural practice in determining the breeding success of the lapwing *Vanellus vanellus* on upland grasslands. *J. Anim. Ecol.* 59: 915–929.
- BAINES D. et SUMMERS R. W. 1997.** Assessment of bird collisions with deer fences in Scottish forests. *J. Appl. Ecol.* 34: 941-948.
- BAL M. et ERCIYAS-YAVUZ K. 2024.** Efforts to increase conservation opportunities for breeding Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in the Kızılırmak Delta, Türkiye. *Wader Study* 131: 145-149
- BANKS P. B. et BRYANT J. V. 2007.** Four-legged friend or foe? Dog walking displaces native birds from natural areas. *Biology letters* 3(6): 611-613.
- BANKS P. B., NORDSTRÖM M., AHOLA M., SALO P., FEY K. et KORPIMÄKI E. 2008.** Impacts of alien mink predation on island vertebrate communities of the Baltic Sea Archipelago: review of a long-term experimental study. *Boreal Environment Research* 13: 3-16.
- BEAMAN M. 2014.** "Vanellus vanellus" (Online), Animal Diversity Web. Accessed August 08, 2022 at <https://animaldiversity.org/accounts/Vanellusvanellus/>
- BEAUCHAMP W. D., NUDDS T. D. et CLARK R. G. . 1996.** Duck nest success declines with and without predator management. *Journal of wildlife management* 60: 258-264.
- BEINTEMA A. J. 1991** *Breeding ecology of meadow birds (charadriiformes); implications for conservation and management.* Ph. D Thesis. Rijkuniversiteit Groningen. 137 p.
- BEINTEMA A. J. et MÜSKENS G. J. D. M. 1987** Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grass-lands. *J. Appl. Ecol.* 24: 743–758.
- BEINTEMA A. J., THISSEN J. B., TENSEN D. et VISSER G. H. 1991** Feeding ecology of charadriiform chicks in agriculture grassland. *Ardea* 79: 31-43.
- BEJA P., GORDINHO L., REINO L., LOUREIRO F., SANTOS-REIS M. et BORRALHO R. 2009** Predator abundance in relation to small game management in southern Portugal: conservation implications. *European Journal of Wildlife Research.* 55:227-238.
- BELL M. V. et CALLADINE J. 2017** The decline of a population of farmland breeding waders: a twenty-five-year case study. *Bird Study* 64: 264-273.
- BELLARD C., CASSEY P. et BLACKBURN T. M. 2016.** Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters* 12(2), <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623>
- BELLEBAUM J. 2001** Breeding success of Lapwings *Vanellus vanellus* at two German wetland reserves: Stable numbers in spite of high predation rates. *Wader Study Group Bull.* 96: 21.
- BELLEBAUM J. et BOCK C. 2009** Influence of ground predators and water levels on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding success in two continental wetlands. *J. Ornith.* 150: 221-230.
- BELLEBAUM J. et BOSCHERT M. 2003** Bestimmung von Predatoren an Nestern von Wiesenlimikolen. *Vogelwelt* 124: 83-91.

- BERG Å. 1992** Factors affecting nest-site choice and reproductive success of Curlews *Numenius arquata* on farmland. *Ibis* 134: 44–51.
- BERG Å. 1992** Factors affecting nest-site choice and reproductive success of Curlews *Numenius arquata* on farmland. *Ibis* 134: 44–51.
- BERG Å. 1996** Predation on artificial, solitary and aggregated wader nests on farmland. *Oecologia* 107: 343–346.
- BERG Å., NILSSON, S. G. et BOSTRÖM U. 1992.** Predation on artificial wader nests on large and small bogs along a south-north gradient. *Ornis Scandinavica* 23: 13–16.
- BERGMAN G. 1982** Population dynamics, colony formation and competition in *Larus argentatus*, *fuscus* and *marinus* in the archipelago of Finland. *Annales Zoologici Fennici* 19: 143–164.
- BERTHOLDT N. P., GILL J. A., LAIDLAW R. A. et SMART J. 2017** Landscape effects on nest site selection and nest success of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in lowland wet grasslands, *Bird Study* 64: 30–36.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2012** "IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2 *Vanellus vanellus*." (On-line). at <http://www.iucnredlist.org/details/full/106003153/0>.
- BISHOP R. A. et BARRATT R. 1970** Use of artificial nest baskets by mallards. *J. Wildl. Management* 34: 734–738.
- BLOMQUIST D., JOHANSSON O. C. et GOTMARK F. 1997** Parental quality and egg size affect chick survival in a precocial bird, the lapwing *Vanellus vanellus*. *Oecologia* 110: 18–24.
- BLUMS P., NICHOLS J. D., LINDBERG M. S., HINES J. E. et MEDNIS A. 2003** Factors affecting breeding dispersal of European ducks on Engure Marsh, Latvia. *J. Anim. Ecol.* 72: 292–307.
- BODEY T. W., McDONALD R. A., SHELDON R. D. et BEARHOP S. 2011** Absence of effects of predator control on nesting success of Northern Lapwings *Vanellus vanellus*: implications for conservation. *Ibis* 153: 543–555.
- BODEY T. W., SMART J., SMART M. A. et GREGORY R. D. 2010** Reducing the impacts of predation on ground-nesting waders: a new landscape-scale solution? *Aspects Applied Biology* 100: 167–174.
- BOLTON M., TYLER G., SMITH K. E. N. et BAMFORD R. O. Y. 2007** The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *J. Appl. Ecol.* 44: 534–544.
- BONNINGTON C., GASTON K. J. et EVANS K. L. 2013** Fearing the feline: domestic cats reduce avian fecundity through trait-mediated indirect effects that increase nest predation by other species. *J. Appl. Ecol.* 50: 15–24.
- BOOTH JONES K. A., O'CONNELL P., WOLSEY S., CARRINGTON-COTTON A., NOBLE D. G., McCULLOCH N. et CALLA-DINE J. R. 2022** Loss of breeding waders from key lowland grassland sites in Northern Ireland. *Irish Birds* 44: 11–22.
- BOURGET A. A. 1973** Relation of Eiders and Gulls nesting in mixed colonies in Penobscot Bay, Maine. *The Auk* 90: 809–820.
- BRANDSMA O. 2002** Invloed van de Vos op de weidevogelstand in het reservaatgebied Gierthoorn-Wanneperveen. *De Levande Natuur* 103: 126–131.
- BRAUN F. 2017** *Habitatwahl von Küken des Kiebitzes (Vanellus vanellus) im Ackerland.* Bachelorarbeit im Studiengang

Naturschutz und Landnutzungsplanung.
87 p.

BRIDGE E. S., KELLY J. F., CONTINA A., GABRIELSON R. M., MACCURDY R. B. et WINKLER D. W. 2013 Advances in tracking small migratory birds: a technical review of light-level geolocation. *Journal of Field Ornithology* 84: 121-137.

BRIGGS K. B. 1984A The breeding ecology of coastal and inland Oystercatchers in north Lancashire. *Bird Study* 31: 141-147.

BRODIN A. 2005. Mechanisms of cache retrieval in long-term hoarding birds. *J. Ethol.* 23: 77-83.

BROWN J. S. 1999 Vigilance, patch use and habitat selection: foraging under predation risk. *Evolutionary ecology research* 1: 49-71.

BROWN J. S. et KOTLER B. P. 2004 Hazardous duty pay and the foraging cost of predation. *Ecology letters* 7: 999-1014.

BROWN J. S., LAUNDRE J. W. et GURUNG M. 1999 The ecology of fear: Optimal foraging, game theory, and trophic interactions. *J. Mammal.* 80: 385-399.

BRZEZIŃSKI M., DISERENS T. A. et ZALEWSKI 2024 The Big Four reign in eutrophic lake reedbeds: predation on artificial waterbird nests. *European Journal of Wildlife Research* 70. <https://doi.org/10.1007/s10344-024-01774-7>

BULLA M., RENEERKENS J., WEISER E. L., SOKOLOV A., TAYLOR A. R., SITTLER B., McCAFFERY B. J., RUTHRAUFF D. R., CATLIN D. H., PAYER D. C., WARD D. H., SOLOVYEVA D. V., SANTOS E. S. A., RAKHIMBERDIEV E., NOL E., KWON E., BROWN G. S., HEVIA G. D., GATES H. R., JOHNSON J. A., VAN GILS J. A., HANSEN J., LAMARRE J.-F., RAUSCH J., CONKLIN J. R., LIEBEZEIT J., BÉTY J., LANG J., ALVES J. A., FERNÁNDEZ-ÉLIPE J., MICHAEL-EXO

K., BOLLACHE L., BERTELLOTT M., GIROUX M.-A., VAN DE POL M., JOHNSON M., BOLDENOW M. L., VALCU M., SOLOVIEV M., SOKOLOVA N., SENNER N. R., LECOMTE N., MEYER N., SCHMIDT N. M., GILG O., SMITH P. A., MACHÍN P., MCGUIRE R. L., CERBONCINI R. A.S., OTTVALL R., VAN BEMMELEN R. S. A., SWIFT R. J., SAALFELD S. T., JAMIESON S. E., BROWN S., PIERSMA T., ALBRECHT T., D'AMICO V., LANCTOT R. B. et KEMPENAERS B. 2019 Still no evidence for disruption of global patterns of nest predation in shorebirds. *bioRxiv*, 601047. 19 p.

BURGER J. et GOCHFELD M. 1990 Nest site selection in least terns (*Sterna antillarum*) in New Jersey and New York. *Colonial Waterbirds*, 31-40.

CAMPREDON P. 1978 Quelques aspects de la reproduction de l'Huîtrier pie *Haematopus ostralegus* sur la réserve naturelle du Banc d'Arguin (Gironde). *Le Courbageot* 5 : 4-7.

CARRUETTE P. et TRIPLET P. 1996 Restauration d'une colonie d'avocettes *Recurvirostra avosetta* au Parc Ornitho-logique du Marquenterre (Réserve Naturelle de la Baie de Somme). *Bull annuel Marq Nat.* 96 : 4-15.

CATLING P. C. et BURT R. J. 1995 Why are red foxes absent from some eucalypt forests in eastern New South Wales?. *Wildlife Research* 22: 535-545.

CHAMBERLAIN D. E. et CRICK H. Q. 2003. Temporal and spatial associations in aspects of reproductive performance of lapwings *Vanellus vanellus* in the United Kingdom, 1962-99. *Ardea* 91: 183-196.

CHYLARECKI P., MATYJASEK P. et GMITRZUK K. 2006 *Breeding success of waders in Bug and Narew valleys (East Poland)*. In *Ökologie und Schutz von Wasservögeln in Mitteleuropa* (eds H. Düttman, R. Ehrnsberger et R. Akkermann), p 28. Hochschule Vechta, Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte.

- COLWELL M. A. 2010** *Shorebird Ecology, Conservation, and Management*. University of California Press. 344 p.
- COOMBER R. 1975** Contrasting predator-reaction of two Oystercatcher chicks. *British Birds* 68: 157.
- CORCORAN R. M., LOVVORN J. R., BERTRAM M. R. et VIVION M. T. 2007** Lesser scaup nest success and duckling survival on the Yukon Flats, Alaska. *J Wildl. Manag.* 71: 127–134.
- CORMONT A., MALINOWSKA A. H., KOSTENKO O., RADCHUK V., HEMERIK L., WALLIS DEVRIS, M. F. et VER-BOOM J. 2011.** Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: significance for dispersal under climate change. *Biodiversity and Conservation* 20: 483-503.
- CÔTÉ I. M. et SUTHERLAND W. J. 1997** The effectiveness of removing predators to protect bird populations. *Conservation Biology* 11: 395-405.
- COWARDIN L. M., SARGEANT A. B. et DUEBBERT H. F. 1983** Problems and potentials for prairie ducks - *Naturalist* 34: 4–11.
- CRAMP S. et SIMMONS K. E. L. 1983** *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic*. Vol. 3. Waders to gulls.
- CREEL S. et CHRISTIANSON D. 2008.** Relationships between direct predation and risk effects. *Trends in ecology et evolution* 23: 194-201.
- CRESSWELL W. 2008** Non-lethal effects of predation in birds. *Ibis* 150: 3-17.
- CRESSWELL W. 2010.** Predation in bird populations. *Journal of Ornithology*, 152: 251-263.
- CRESSWELL W. et WHITFIELD D. P. 2008** How starvation risk in Redshanks *Tringa totanus* results in predation mortality from Sparrowhawks *Accipiter nisus*. *Ibis* 150: 209-218.
- CROOKS K. et SOULÉ M. 1999** Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400: 563–566.
- CUMMING G. S. 2018.** A review of social dilemmas and social-ecological traps in conservation and natural resource management. *Conservation Letters*, 11 (1), e12376.
- DEBLINGER R. D., VASKE J. J., et RIMMER D. W. 1992** An evaluation of different predator exclosures used to protect Atlantic coast piping plover nests. *Wildl. Soc. Bull* 20: 274-279.
- DECKER D. J., SHANKS R. E. NIELSON L. A. et PARSONS G. R. 1991** Ethical and scientific judgements in management: Beware of blurred distinctions. *Wildlife Society Bulletin* 19: 523–527.
- DICKMAN C. R. 1996** Impact of exotic generalist predators on the native fauna of Australia. *Wildlife Biology* 2: 185-195.
- DION N., HOBSON K. A. et LARIVIÈRE S. 1999** Effects of removing duck-nest predators on nesting success of grassland songbirds. *Canadian Journal of Zoology* 77: 1801–1806.
- DOHERTY T. S., DICKMAN C. R., GLEN A. S., NEWSOME T. M., NIMMO D. G., RITCHIE E. G. et WIRSING A. J. 2017** The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological conservation* 210: 56-59.
- DOHERTY T. S., GLEN A. S., NIMMO D. G., RITCHIE E. G. et DICKMAN C. R. 2016** Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113: 11261-11265.

DONEHOWER C. E. et BIRD D. M. 2008 Gull predation and breeding success on Common Eiders on Stratton Island, Maine. *Waterbird* 31: 454-462.

DOTY H. A. 1979 Duck nest structure evaluations in prairie wetlands. *J. Wildl. Management* 43:976-979.

DOTY H. A. et LEE F. B. 1974 Homing to nest baskets by wild female mallards. *Journal of Wildlife Management* 38:714-719.

DOTY H. A. et RONDEAU A. J. 1987 Predator Management To Increase Duck Nest Success. Great Plains Wildlife Damage Control Workshop Proceedings. 58. 6p.

DOTY H. A. LEE F. B. et KRUSE A. D. 1975 Use of elevated nest baskets by ducks. *Wildlife Society Bulletin* 3: 68-73.

DOUGLAS D. J. T., TOMÁNKOVÁ I., GULLETT P., DODD S. G., BROWN D., CLIFT M., RUSSELL N., WARNOCK N., SMART J. et SANDERS S. 2023 Varying response of breeding waders to experimental manipulation of their habitat and predators. *Journal for Nature Conservation* 72 (2023) 126353.

DUEBBERT H. F. 1966 Island nesting of the gadwall in North Dakota. *The Wilson Bulletin* 78: 12-25.

DULUDE-DE BROIN F., CLERMONT J., BEARDSSELL A., OUELLET L.-P., LEGAGNEUX P., BÊTY J. et BERTEAUX D. 2023 Predator home range size mediates indirect interactions between prey species in an arctic vertebrate community. *J Anim Ecol.* 92 ; 2373-2385.

DURANT D., TICHIT M., KERNEIS E. et FRITZ H. 2008 Management of agricultural wet grasslands for breeding waders: integrating ecological and livestock system perspectives—a review. *Biodiversity Conservation* 17: 2275-2295.

DWERNYCHUK L. W. et BOAG D. A. 1972 Ducks nesting in association with gulls- an ecological trap? *Can. J. Zool.* 50: 559-563.

DYRCZ A., WITKOWSKI J. et OKULEWICZ J. 1981 Nesting of 'timid' waders in the vicinity of 'bold' ones as an antipredator adaptation. *Ibis* 123: 542-545.

EGLINGTON S. M., BOLTON M., SMART M. A., SUTHERLAND W. J., WATKINSON A. R. et GILL J. A. 2010 Managing water levels on wet grasslands to improve foraging conditions for breeding northern lapwing *Vanellus vanellus*. *J. Appl. Ecol.* 47: 451-458.

EGLINGTON S. M., GILL J. A., SMART M. A., SUTHERLAND W. J., WATKINSON A. R. et BOLTON M. 2009 Habitat management and patterns of predation of Northern Lapwings on wet grasslands: The influence of linear habitat structures at different spatial scales. *Biol. Conserv.* 142: 314-324.

EICHHOLZ M. W., DASSOW J. A., STAFFORD J. D. et WEATHERHEAD P. J. 2012 Experimental evidence that nesting ducks use mammalian urine to assess predator abundance. *The Auk* 129: 638-644.

EIKHORST W. et BELLEBAUM J. 2004 Prädatoren kommen nachts-Gelegeverluste in Wiesenvogelschutzgebieten Ost-und Westdeutschlands. Wiesenvogelschutz in Niedersachsen. *Niedersächsisches Landesamt für Ökologie.* 41: 81-89.

EILERS A. 2007 Zur Brutbiologie des Kiebitz (*Vanellus vanellus*) in drei Schutzgebieten an der Eidermündung (Nordfriesland, Dithmarschen), 2006. *Corax* 20: 309-324.

EKROOS J., ÖST M., KARELL P. JAATINEN K. et KILPI M. 2012 Philopatric predisposition to predation-induced ecological traps: habitat-dependent mortality of breeding eiders. *Oecologia* 170: 979-986.

- ELLIOT R. D. 1985** The exclusion of avian predators from aggregations of nesting lapwings (*Vanellus vanellus*). *Anim. Behav.* 33: 308-314.
- EMERY N. J. 2006.** Cognitive ornithology: the evolution of avian intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 361: 23-43.
- ENS B. J., KERSTEN M., BRENNINKMEIJER A. et HULSCHER J. B. 1992** Territory quality, parental effort and reproductive success of oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). *J. Anim. Ecol.* 61: 703-715.
- ESKOWICH K. D., MCKINNON D., BREWSTER G. et BELCHER K. 1998** Preference and use of nest baskets and nest tunnels by mallards in the parkland of Saskatchewan. *Wildlife Society Bulletin* 26: 881-885.
- ESTELLE V. B., MABEE T. J. et FARMER A. H. 1996.** Effectiveness of Predator Exclosures for Pectoral Sandpiper Nests in Alaska. *Journal of Field Ornithology* 67: 447-452.
- EVANS K. L. 2004** The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis* 146: 1-13.
- EWING H., FRANKS S., SMART J., BURTON N. et GILL J. A. 2023** Nest survival of threatened Eurasian Curlew (*Numenius arquata*) breeding at low densities across a human-modified landscape. *Ibis* (2023) doi: 10.1111/ibi.13180
- FAZEY I., FISCHER J. et LINDENMAYER D. B. 2005** What do conservation biologists publish?. *Biological conservation* 124: 63-73.
- FIGLEY W. K. et VAN DRUFF L. W. 1982** The ecology of urban mallards. *Wildlife Monographs* 81: 3-39.
- FISCHER J. et LINDENMAYER D. B. 2000** An assessment of the published results of animal relocations. *Biological conservation* 96: 1-11.
- FLESKES J. P. et KLAAS E. E. 1991** Dabbling duck recruitment in relation to habitat and predators at Union Slough National Wildlife Refuge. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Iowa (No. 32).
- FLETCHER K., AEBISCHER N. J., BAINES D., FOSTER R. et HOODLESS A. N. 2010** Changes in breeding success and abundance of ground-nesting moorland birds in relation to the experimental deployment of legal predator control. *J. Appl. Ecol* 47: 263-272.
- FONDELL T. F. 1997** Nest density and nest success of ground-nesting grassland birds relative to grazing in western Montana. Dissertation thesis. University of Montana.
- FORSMAN J. T. et MÖNKKÖNEN M. 2001** Responses by breeding birds to heterospecific song and mobbing call playbacks under varying predation risk. *Anim. Behav.* 62: 1067-1073.
- FORSMAN J. T., MÖNKKÖNEN M., KORPIMÄKI E. et THOMSON R. L. 2013** Mammalian nest predator feces as a cue in avian habitat selection decisions. *Behav. Ecol.* 24: 262-266.
- FORSTER J. A. 1975** Electric fencing to protect sandwich terns against foxes. *Biological Conservation* 7: 1-85.
- FOUQUET M. 2013** Plan National de Gestion (2014-2018) – Courlis cendré (*Numenius arquata*). ONCFS.
- FOURNIER M. A. et HINES J. E. 2001** Breeding ecology of sympatric greater and lesser scaup (*Aythya marila* and *Aythya affinis*) in the subarctic Northwest Territories. *Arctic* 54: 444-456.

FOX A. D., JÓNSSON J. E., AARVAK T., BREGNBALLE T., CHRISTENSEN T. K., CLAUSEN K. K., CLAUSEN P., DALBY L., HOLM T. E., PAVÓN-JORDAN D., LAURSEN K., LEHIKONEN A., LORENTSEN S.-H., MØLLER A. P., NORDSTRÖM M., ÖST M., SÖDERQUIST P. et ROLAND THERKILDSEN O. 2015 Current and Potential Threats to Nordic Duck Populations - A Horizon Scanning Exercise. *Annales Zoologici Fennici* 52: 193–220.

FRAUENDORF M., ALLEN A. M., JONGEJANS E., ENS B. J., TEUNISSEN W., KAMPICHLER C., VAN TURNHOUT C. A. M., BAILEY L. D., DE KROON H., CREMER J., KLEYHEEG E., NIENHUIS J. et VAN DE POL M. 2021 Love thy neighbour? Spatial variation in density dependence of nest survival in relation to predator community. *Diversity and Distributions*. 2021; 00:1–12. DOI: 10.1111/ddi.13457

GALBRAITH H. 1988 Adaptation and constraint in the growth pattern of lapwing *Vanellus vanellus* chicks. *Journal of the Zoological Society of London* 215: 537-548.

GARNETT S. T. et CROWLEY G. M. 2000 *The Action Plan for Australian Birds 2000*. Environment Australia, Canberra.

GARRETTSON P. R., ROHWER F. C., ZIMMER J. M., MENSE B. J. et DION N. 1996 Effects of mammalian predator removal on waterfowl and non-game birds in North Dakota. In *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* (pp. 94-101).

GATTI R. C., EVRARD J. O. et VAN DER ZOUWEN W. J. 1992 *Electric fencing for duck and pheasant production in Wisconsin* (No. 176). Department of Natural Resources.

GIBBONS D.W., AMAR A., ANDERSON G. O. A., BOLTON M., BRADBURY R. B., EATON M. A., EVANS A. D., GRANT M. C., GREGORY R. D., HILTON G. M., HIRONS G. J. M., HUGHES J., JOHNSTONE I., NEWBERY P., PEACH W.

J., RATCLIFFE N., SMITH K. W., SUMMERS R. W., WALTON P. et WILSON J. D. 2007 *The predation of wild birds in the UK: a review of its conservation impact and management*. RSPB Research Report no 23. RSPB, Sandy.

GOCHFELD M. 1984. Antipredator behavior: aggressive and distraction displays of shorebirds. In Winn H. E. et Olla B. L. *Behavior of marine animals. Shorebirds* (pp. 289-377). Springer, Boston, MA.

GOODRICH J. M. et BUSKIRK S. W. 1995 Control of abundant native vertebrates for conservation of endangered species. *Conservation Biology* 9: 1357-1364.

GOSS-CUSTARD J. D., CLARKE R. T., BRIGGS K. B., ENS B. J., EXO K.-M., SMIT C., BEINTEMA A. J., CALDOW R. W. G., CATT D. C., CLARK N., DURELL S. E. A. LE V. DIT, HARRIS M. P., HULSCHER J. B., MEININGER P. L., PICOZZI N., PRYS-JONES R., SAFRIEL U. et WEST A. D. 1995. Population consequences of winter habitat loss in a migratory shorebird: I. Estimating model parameters. *J. Appl. Ecol.* 32: 317-333.

GÖTMARK F. et AHLUND M. 1988. Nest predation and nest site selection among eiders *Somateria mollissima*: the influence of gulls. *Ibis* 130: 111-123.

GRANT M. C. 1991 Nesting densities, productivity and survival of breeding whimbrel *Numenius phaeopus* in Shetland. *Bird Study* 38: 160-169.

GRANT M. C., ORSMAN C., EASTON J., LODGE C., SMITH M., THOMPSON G., RODWELL S. et MOORE N. 1999 Breeding success and causes of breeding failure of curlew *Numenius arquata* in Northern Ireland. *J. Appl. Ecol.* 36: 59–74.

GREEN R. E., HAWELL J. et JOHNSON T. H. 1987 Identification of predators of wader eggs from egg remains. *Bird Study* 34: 87-91.

- GREEN R. E., HIRONS G. J. M. et KIRBY J. S. 1990** The effectiveness of nest defence by black-tailed godwits *Limosa limosa*. *Ardea* 78: 405-413.
- GREENWOOD R. J., ARNOLD P. M. et MCGUIRE B. G. 1990** Protecting duck nests from mammalian predators with fences, traps, and a toxicant. *Wildlife Society Bulletin* 18: 75-82.
- GROEN N. M., KENTIE R., DE GOEIJ P., VERHEIJEN B., HOOIJMEIJER J. C. E. W. et PIERSMA T. 2012** A modern landscape ecology of Black-tailed Godwits: habitat selection in southwest Friesland, The Netherlands. *Ardea* 100: 19–28.
- GRUBER S. 2006** *Habitatstrukturen in Nahrungsrevieren jungeführender Kiebitze (Vanellus vanellus L.) und deren Einfluss auf die Reproduktion*. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 125 p.
- HABERER A. 2001** Rabenvögel (Corvidae) auf Amrum und ihre Auswirkungen auf den Kiebitz bestand (*Vanellus vanellus*) der Insel. *Corax* 18: 141-148.
- HARDING N. J., GREEN R. E. et SUMMERS R. W. 1994** *The Effects of Future Changes in Land Use on Upland Birds in Britain*. Royal Society for the Protection of Birds, Edinburgh.
- HARRIS M. P. 1967** The biology of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* on Skokholm Island, S. Wales. *Ibis* 109: 180-193.
- HART J. D., MILSOM T. P., BAXTER A., KELLY P. F. et PARKIN W. K. 2002** The impact of livestock on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding densities and performance on coastal grazing marshes. *Bird Study* 49: 67–78.
- HEITHAUS M. R., WIRSING A. J., BURKHOLDER D., THOMSON J. et DILL L. M. 2009** Towards a predictive frame-work for predator risk effects: the interaction of landscape features and prey escape tactics. *J. Anim. Ecol.* 78: 556-562.
- HENDERSON I. G., WILSON A. M., STEELE D. et VICKERY J. A. 2002** Population estimates, trends and habitat associations of breeding Lapwing *Vanellus vanellus*, Curlew *Numenius arquata* and Snipe *Gallinago gallinago* in Northern Ireland in 1999. *Bird Study* 49: 17-25.
- HEYDON M. J., REYNOLDS J. C. et SHORT M. J. 2000** Variation in abundance of Foxes (*Vulpes vulpes*) between three regions of rural Britain, in relation to landscape and other variables. *Journal of Zoology* 251: 253–264.
- HILDEN O. 1964** Ecology of duck populations in the island group of Valassaaret, Gulf of Bothnia. *Ann. Zool. Fenn.* 1: 153-279.
- HILL D. 1988.** Population dynamics of the avocet (*Recurvirostra avosetta*) breeding in Britain. *J. Anim. Ecol.* 57: 669-683.
- HOFFMANN J. 2006** *Schlupferfolgskontrolle von Wiesenlimikolen im Naturraum Eiderstedt*. University of Trier, 141 p.
- HOLOPAINEN S., ARZEL C., DESSBORN L., ELMBERG J., GUNNARSSON G., NUMMI P., PÖYSÄ H. et SJÖBERG K. 2015** Habitat use in ducks breeding in boreal freshwater wetlands: a review. *Eur. J. Wildl. Res.* 61: 339–363.
- HOLOPAINEN S., VÄÄNÄNEN V.-M. et FOX A. D. 2020** Artificial nest experiment reveals inter-guild facilitation in duck nest predation. *Global Ecology and Conservation* 24 (2020) e01305.
- HOLOPAINEN S., VÄÄNÄNEN V.-M., VEHKAOJA M. et FOX A. D. 2021** Do alien predators pose a particular risk to duck nests in Northern

Europe? Results from an artificial nest experiment. *Biol Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02608-2>.

HOLOPAINEN S., MIETTINEN E., VÄÄNÄNEN V.-M., NUMMI P. et PÖYSÄ H. 2024 Balancing between predation risk and food by boreal breeding ducks. *Ecology and Evolution*. 2024;14:e11011.

HOLT R. D. et BARFIELD M. 2009 Trophic interactions and range limits: the diverse roles of predation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1435–1442.

HÖNISCH B., ARTMEYER C., MELTER J. et TÜLLINGHOFF R. 2008 Studies on chick survival of Curlew *Numenius arquata* and Lapwing *Vanellus vanellus* by radio-telemetry in SPA Düsterdieker Niederung. *Vogelwarte* 46: 39 – 48.

HOOPERHEIDE C. 1950 De Eidereenden, *Somateria mollissima* L., op Vlieland. *Ardea* 37: 139-161.

HORI J. 1964 The breeding biology of the Shelduck *Tadorna tadorna*. *Ibis* 105: 333-350.

HORI J. 1969. Social and population studies in the Shelduck. *Wildfowl* 20: 5-22.

HUGHES J. et McDONALD D. W. 2013 A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation* 157: 341-351.

ISAKSSON D, WALLANDER J. et LARSSON M. 2007 Managing predation on ground-nesting birds: the effectiveness of nest enclosures. *Biol. Conserv.* 136: 136–142.

ISAKSSON D. 2008 *Predation and shorebirds: Predation management, habitat effects, and public opinion*. Unpublished PhD thesis, University of Gothenburg, 45 pp.

IVAN J. S. et MURPHY R. K. 2005 What preys on piping plover eggs and chicks? *Wildlife Society Bulletin* 33: 113-119.

JAATINEN K., HERMANSSON I., MOHRING B., STEELE B. B. et ÖST M. 2022 Mitigating impacts of invasive alien predators on an endangered sea duck amidst high native predation pressure. *Oecologia* 198: 543-552.

JAATINEN K., ÖST M. et LEHIKONEN A. 2011 Adult predation risk drives shifts in parental care strategies: a long-term study. *J. Anim. Ecol.* 80: 49-56.

JACKSON D. B. et GREEN R. E. 2000. The importance of the introduced hedgehog (*Erinaceus europaeus*) as a predator of the eggs of waders (Charadrii) on machair in South Uist, Scotland. *Biol. Conserv.* 93: 333-348.

JACKSON D. B., FULLER R. J. et CAMPBELL S. T. 2004 Long-term population changes among breeding shorebirds in the Outer Hebrides, Scotland, in relation to introduced hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Biol. Conserv.* 117: 151–166.

JEDRZEJEWSKI W. et JEDRZEJEWSKA B. 1992 Foraging and diet of the red fox *Vulpes vulpes* in relation to variable food resources in Biatowieza National Park, Poland. *Ecography* 15: 212-220.

JENKINS D., MURRAY M. G. et HALL P. 1975. Structure and regulation of a Shelduck (*Tadorna tadorna* L.) population. *J. Anim. Ecol.* 44: 201-231.

JIGUET F. 2020 The Fox and the Crow. A need to update pest control strategies. *Biological Conservation* 248 (2020) 108693, 6 p.

JIMENEZ J. E., CONOVER M. R. et MESSMER T. A. 2001 *Exclusionary methods to reduce predation on ground-nesting birds and their nests*. Berryman Institute Publication

No. 20, Utah State University, Logan. 12pp.

JOHANSSON T. 2001. *Habitat selection, nest predation and conservation biology in a black-tailed godwit (Limosa limosa) population* (Doctoral dissertation, Acta Universitatis Upsaliensis).

JOHNSON M. ET ORING L. W. 2002 Are nest enclosures an effective tool in plover conservation? *Waterbirds* 25: 184-190.

JÓNSSON J. E., RICKOWSKI F. S., RULAND F., ÁSGEIRSSON A. et JESCHKE J. M. 2023 Long-term data reveal contrasting impacts of native versus invasive nest predators in Iceland. *Ecology Letters*. 2023; 00:1–11.

JUNKER S., DÜTTMANN H. et EHRNSBERGER R. 2006 Schlupferfolg und Kükenmortalität beim Kiebitz (*Vanellus vanellus*) auf unterschiedlich gemanagten Grünlandflächen in der Stollhammer Wisch (Landkreis Wesermarsch, Niedersachsen). *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32: 111 – 122.

JUNKER S., KRAWCZYNSKI R., EHRNSBERGER R. et DÜTTMAN H. 2004 Habitat use and chick mortality of radio-tagged Lapwings *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwits *Limosa limosa* in the Stollhammer Wisch, Lower Saxony. *Wader Study Group Bulletin* 103: 14.

KAASIKU T., RANNAP R. et MÄNNIL P. 2022 Predation-mediated edge effects reduce survival of wader nests at a wet grassland-forest edge. *Animal Conservation* 2022. 12 p.

KÄMMERLE J., NIEKRENS S. et STORCH I. 2019 No evidence for spatial variation in predation risk following restricted-area fox culling. *BMC Ecology*. 19.17, 11 p.

KATRÍNARDÓTTIR B. 2012. The importance of Icelandic riverplains as breeding habitats for Whimbrels *Numenius phaeopus*.

Meistararitgero. Líf-og umhverfi svísindadeild. Háskóli Íslands : 50 p.

KEEDWELL R. J., MALONEY R. F. et MURRAY D. P. 2002 Predator control for protecting kākī (*Himantopus novaezelandiae*)— lessons from 20 years of management. *Biological Conservation* 105: 369–374.

KEITH L. B. 1961 *A study of waterfowl ecology on small impoundments in southeastern Alberta*. Wildlife Monographs 6.

KELLY L. A., DOUGLAS D. J. T., SHURMER M. P. et EVANS K. L. 2021 Inter-specific variation in the potential for upland rush management advocated by agri-environment schemes to increase breeding wader densities. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. 660513. 11 p.

KENTIE R., BOTH C., HOOIJMEIJER J. C. E. W et PIERSMA T. 2013 Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits *Limosa limosa*. *Ibis* (2015), doi: 10.1111/ibi.12273

KENTIE R., COULSON T., HOOIJMEIJER J. C. E. W., HOWISON R. A., LOONSTRA A. H. J., VERHOEVEN M. A., BOTH C. et PIERSMA T. 2018 Warming springs and habitat alteration interact to impact timing of breeding and population dynamics in a migratory bird. *Global Change Biology* 24: 5292–5303.

KETTEL E. F., LAKIN I., HEYDON M. J. et SIRIWARDENA G. M. 2020 A comparison of breeding bird populations inside and outside of European Badger *Meles meles* control areas. *Bird Study* 67: 279-291.

KHIL M.-L. 2015 *Important factors for predation of northern lapwing Vanellus vanellus nests in a central European lowland pasture system*. Master of Science (MSc), Vienne, 42 p.

KHOROZYAN I. et WALTERT M. 2019. How long

do anti-predator interventions remain effective? Patterns, thresh-olds and uncertainty. *Royal Society open science* 6: 190826.

KIRBY J. S. et GREEN R. E. 1991 Nest defence by Black-tailed Godwits on the Ouse Washes, *Wader Study Group Bulletin* 61, Supplement:71 -72.

KIS J., LIKER A. et SZEKELY T. 2000. Nest defence by lapwings: observations on natural behaviour and an experiment. *Ardea*, 88: 155-163.

KLOMP H. 1954 De terreinkeus van de Kievit, *Vanellus vanellus* (L.) *Ardea* 42: 1-139.

KOENEN M. T., UTYCH R. B. et LESLIE JR D. M. 1996 Methods Used to Improve Least Tern and Snowy Plover Nesting Success on Alkaline Flats. *Journal of Field Ornithology* 67: 281-291.

KOIVULA K. et RÖNKÄ A. 1998 Habitat deterioration and efficiency of antipredator strategy in a meadow breeding wader, Temminck's Stint (*Calidris temminckii*). *Oecologia* 116: 348–355.

KOOIKER G. 2008 Neue und ergänzende Ergebnisse zum Bruterfolg einer auf Ackerland brütenden Kiebitzpopulation *Vanellus vanellus* bei Osnabrück. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 40: 321-331.

KOOIKER G. et BUCKOW C. V. 1997 *Der Kiebitz. Flugkünstler im offenen Land.* Sammlung Vogelkunde, Aula, Wiesbaden.

KORSCHGEN C. E. et DAHLGREN R. B. 1992 *Human disturbances of waterfowl: causes, effects, and management.* In: *Waterfowl Management Handbook.* Washington, D.C.:US Fish et Wildlife Service: 1-9.

KOSKIMIES J. 1957 Polymorphic variability in clutch size and laying date of the Velvet Scoter, *Melanitta fusca* (L.). *Ornis Fenn.* 34: 118–128.

KÖSTER H. A. et BRUNS 2003 Haben Wiesenwögel in binnenländischen Schutzgebieten ein "Fuchsproblem"? *Berichte zum vogelschutz* 40: 57–74.

KÖSTER H., NEHLS G. et THOMSEN K.-M. 2001 Hat der Kiebitz noch eine Chance? Untersuchungen zu den Rückgangsursachen des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) in Schleswig-Holstein. *Corax* 18: 121-132.

KREBS C. J., BOUTIN S., BOONSTRA R., SINCLAIR A. R. E., SMITH J. N. M., DALE M. R. et TURKINGTON R. 1995 Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. *Science* 269: 1112-1115.

KRÓLIKOWSKA N., SZYMKOWIAK J., LAIDLAW R. A. et KUCZYNSKI L. 2016 Threat-sensitive anti-predator de-fence in precocial wader, the Northern Lapwing *Vanellus vanellus*. *Acta Ethol.* 19: 163–171.

KRUSE C. D., HIGGINS K. F. et VANDER LEE B. A. 2001 Influence of predation on Piping Plover, *Charadrius melodus*, and Least Tern, *Sterna antillarum*, productivity along the Missouri River in South Dakota. *Can. Field-Nat.* 115: 480–486.

KUBELKA V. 2020 Review of inter and intraspecific predation by shorebirds. *Ornis fennica* 97 : 177-185.

KUBELKA V., ŠÁLEK M., TOMKOVICH P., VÉGVÁRI Z., FRECKLETON R. P. et SZÉKELY T. 2018 Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science* 362 : 680–683.

KUBELKA V., SLÁDEČEK M., ZÁMEČNÍK V., VOZABULOVÁ E. et ŠÁLEK M. 2019 Seasonality predicts egg size better than nesting habitat in a precocial shorebird. *Ardea* 107: 239–250.

LAGENDIJK D. D. G., HOWISON R. A., ESSELINK P. et SMIT C. 2019 Grazing as a conservation

management tool: Responses of voles to grazer species and densities. *Basic et Applied Ecology* 34: 36–45.

LAGRANGE T. G., HANSEN J. L., ANDREWS R. D., HANCOCK A. W. et KIENZLER J. M. 1995 Electric fence predator enclosure to enhance duck nesting: a long-term case study in Iowa. *Wildlife Society Bulletin* 23: 261-266.

LIDLAW R. A., SMART J., EWING H., FRANKS S. E., BELTING H., DONALDSON L., HILTON G. M., HISCOCK N., HOODLESS A. N., HUGHES B., JARRETT N. S., KENTIE R., KLEYHEEG E., LEE R., ROODBERGEN M., SCOTT D. M., SHORT M. J., SYROECHKOVSKIY E. E., TEUNISSEN W., WARD H., WHITE G. et GILL J. A. 2021 Predator management for breeding waders: a review of current evidence and priority knowledge gaps. *Wader Study* 128: 44-55.

LIDLAW R. A., SMART J., SMART M. A. et GILL J. A. 2017 Scenarios of habitat management options to reduce predator impacts on nesting waders. *J. Appl. Ecol.* 54: 1219–1229.

LIDLAW R. A., SMART J., SMART M. A. et GILL J. A. 2015 The influence of landscape features on nest predation rates of grassland-breeding waders. *Ibis* 157: 700–712.

LIDLAW R. A., SMART J., SMART M. A., BODEY T. W., COLEDALE T. et GILL J. A. 2019 Foxes, voles, and waders: drivers of predator activity in wet grassland landscapes. *Avian Conservation and Ecology* 14(2):4. <https://doi.org/10.5751/ACE-01414-140204>

LANGGEMACH T. et BELLEBAUM J. 2005 Prädation und der Schutz bodenbrütender Vogelarten in Deutschland. *Vogelwelt* 126: 259-298.

LARSEN V. A., LISLEVAND T. et BYRKJEDAL I. 2003 Is clutch size limited by incubation ability in northern lap-wings? *J. Anim. Ecol.* 72: 784–792.

LAURSEN K., BALBONTÍN J., THORUP O., NIELSEN H. H., ASFERG T. et MØLLERS A. P. 2018 Multiple components of environmental change drive populations of breeding waders in seminatural grasslands. *Ecology and evolution* 2018: 1-8.

ŁAWICKI Ł., WYLEGAŁA P., BATYCKI A., KAJZER Z., GUENTZEL S., JASIŃSKI M., KRUSZYK R., RUBACHA S. et ŻMIHORSKI M. 2011 Long-term decline of grassland waders in western Poland. *Vogelwelt* 132: 101 – 108.

LÉANDRY-BRETON D.-J. et BÊTY J. 2020 Vulnerability to predation may affect species distribution: plovers with broader arctic breeding range nest in safer habitat. NatureResearch. Scientific Reports. DOI: 10.1038/s41598-020-61956-6

LETNIC M., CROWTHER M. S. et KOCH F. 2009B Does a top-predator provide an endangered rodent with refuge from an invasive mesopredator?. *Animal Conservation* 12: 302-312.

LETNIC M., KOCH F., GORDON C., CROWTHER M. S. et DICKMAN C. R. 2009A Keystone effects of an alien top-predator stem extinctions of native mammals. *P. Roy. Soc. Lond. B Bio.* 276: 3249-3256

LEYRER J., BROWN D., GERRITSEN G., HÖTKER H. et OTTVALL R. 2018 *International Multi-species Action Plan for the Conservation of Breeding Waders in Wet Grassland Habitats in Europe (2018-2028)*. Naturschutzbund Deutschland (NABU).

LIEBEZEIT J. R. et GEORGE T. L. 2002 *A Summary of Predation by Corvids on Threatened and Endangered Species in California and Management Recommendations to Reduce Corvid Predation*. Calif. Dept. Fish and Game, Species Conservation and Recovery Program Rpt. 2002-02, Sacramento, CA. 103 pp.

LIKER A. 1992 Breeding biology of Lapwing *Vanellus vanellus* in alkaline grassland. *Ornis Hung.* 2: 61-66. En hongrois avec résumé en anglaise

LIKER A. et SZÉKELY T. 1997 The impact of grazing and road use on hatching success of lapwings (*Vanellus vanellus*). *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* 43: 85-92.

LIMA S. L. 2009 Predators and the breeding bird: behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological reviews* 84: 485-513.

LIMA S. L. et DILL L. M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian J. Zool.* 68: 619-640.

LIND H. 1961 Studies on the behaviour of the black-tailed godwit (*Limosa limosa* (L.)). University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.

LLOYD P. 2007 Predator control, mesopredator release, and impacts on bird nesting success: a field test. *African Zoology* 42: 180-186.

LOKEMOEN J. T. 1984 Examining economic efficiency of management practices that enhance waterfowl production. *In Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 49: 584-607.

LOONSTRA A. H. J., HOFMANN N., HÖNISCH B., MELTER J., HOLY M., BOTH C. & BELTING H. 2024 The effect of different mammalian predator management regimes on the reproductive success of Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa*. *Ardea* 112:103-112

LOSITO M. P., BALDASSARRE G. A. et SMITH J. H. 1995 Reproduction and survival of female mallards in the St. Lawrence River Valley, New York. *Journal of Wildlife Management* 59: 23-30.

LOVARY S. et PARIGI L. 1995 The red Fox as a gamebird killer or a considerate parent? *Mammalia* 59: 455-459.

LUTTBEG B. et KERBY J. L. 2005. Are scared prey as good as dead?. *Trends in Ecology et Evolution*, 20: 416-418.

LUTZ K. 2008 BRUTVOGELUNTERSUCHUNGEN AUF DER HALLIG OLAND 2008. *Untersuchungen im Auftrage des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz, Husum.* Unpublished Report.

MABEE T. J. et ESTELLE V. B. 2000 Assessing the effectiveness of predator exclosures for plovers. *Wilson J. Ornithol.* 112: 14-20.

MADDEN C. F., ARROYO B. et AMAR A. 2015 A review of the impacts of corvids on bird productivity and abundance. *Ibis* 157: 1-16.

MALLORY M. L. et WEATHERHEAD P. J. 1990 Effects of nest parasitism and nest location on eggshell strength in waterfowl. *Condor* 92: 1031-1039.

MALPAS L. R., KENNERLEY R. J., HIRONS G. J., SHELDON R. D., AUSDEN M., GILBERT J. C. et SMART J. 2013. The use of predator-exclusion fencing as a management tool improves the breeding success of waders on lowland wet grassland. *J. Nature Cons.* 21: 37-47

MARION L. 2013 Is the Sacred ibis a real threat to biodiversity? Long-term study of its diet in non-native areas compared to native areas. *Comptes rendus Biologie* 336 : 207-220.

MASON L. R., SMART J. et DREWITT A. L. 2018 Tracking day and night provides insights into the relative importance of different wader chick predators. *Ibis* 160: 71-88.

- MAYER P. M. et RYAN M. R. 1991** Electric fences reduce mammalian predation on piping plover nests and chicks. *Wildlife Society Bulletin* 19: 59-63.
- MCDONALD D. W. et SERVICE K. 2007** *Key topics in Conservation Biology*. Blackwell Publishing, 329 p.
- MCDONALD M. A. et BOLTON M. 2008** Predation on wader nests in Europe. *Ibis* 150: 54-73.
- MCDONALD M. A. et BOLTON M. 2008B** Predation of Lapwing *Vanellus vanellus* nests on lowland wet grassland in England and Wales: effects of nest density, habitat and predator abundance. *Journal of Ornithology*. 149: 555-563.
- MCMANARA J. M. et HOUSTON A. I. 1987** Starvation and predation as factors limiting population size. *Ecology* 68: 1515-1519.
- MEISNER K., SUNDE P., CLAUSEN K. K., CLAUSEN P., FÆLLED C. C. et HOELGAARD M. 2014** Foraging ecology and spatial behaviour of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a wet grassland ecosystem. *Acta Theriol* 59: 377-389. DOI 10.1007/s13364-014-0178-9.
- MENSE B. J. 1996** *The effects of predator removal and nest-site selection on productivity of over-water nest-ing birds in North Dakota*. M.S. thesis, Pittsburg State University, Pittsburg, Kansas.
- MESSMER T. A., BRUNSON M. W., REITER D. et HEWITT D. G. 1999** United States public attitudes regarding pred-ators and their management to enhance avian recruitment. *Wildlife Society Bulletin* 27: 75-85.
- MIDDLETON P. 2003** Population ecology, conservation and management of little ringed plovers in South York-shire. *British Birds* 96: 344-346.
- MILINSKI M. et HELLER R. 1978**. Influence of a predator on the optimal foraging behaviour of sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.). *Nature* 275: 642-644.
- MILNE H. 1974** Breeding numbers and reproductive rate of Eiders at the Sands of Forvie National Reserve, Scotland. *Ibis* 116: 135-154.
- MILSOM T. P. 2005** Decline of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* breeding on arable farmland in relation to loss of spring tillage. *Bird Study* 52: 297-306.
- MILSOM T. P., LANGTON S. D., PARKIN W. K., PEEL S., BISHOP J. D., HART J. D. et MOORE N. P. 2000** Habitat models of bird species' distribution: an aid to the management of coastal grazing marshes. *J. appl. Ecol.* 37: 706-727.
- MISHRA H., KUMAR V. ET KUMAR A. 2020** Factors influencing nesting success of the river lapwing, *Vanellus duvaucelii* (Lesson, 1826) *Avian Biology Research* 13. DOI:10.1177/1758155920921072
- MOHRING B. 2023** Breeding during a Predation Regime Shift: Behavioural and physiological responses of female common eiders facing the recovery of their native predator. Åbo theses, Åbo Akademi University & CNRS-La Rochelle Université. 108 p. Available at <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-12-4330-1>
- MØLLER A. P., THORUP O. et LAURSEN K. 2018** Predation and nutrients drive population declines in breeding waders. *Ecological Applications*, 28: 1292-1301.
- MONTGOMERIE R. D. et WEATHERHEAD P. J. 1988** Risks and rewards of nest defence by parent birds. *The Quarterly Review of Biology* 63: 167-187.
- MOURONVAL J.-B. et TRIPLET P. 1991** *Oiseaux d'eau nicheurs en plaine maritime*

picarde (saison de reproduction 1991 pour les Anatidés, foulques et limicoles). APCGEDS, ONC, Conseil Régional de Picardie, 217 p.

MWEMA M. M., DE PONTE MACHADO M. et RYAN P.G. 2010 Breeding seabirds at Dassen Island, South Africa: chances of surviving great white pelican predation. *Endangered Species Res.* 9: 125-131.

NACK J. L. et BIRIC C.A. 2005 Apparent predation by cattle at grassland bird nests. *Wilson Bull.* 117: 56-62.

NASH R. 1968 *Conservation as quality of the environment.* In *The American environment: Readings in the history of conservation*, ed. Roderick Nash, 155-6. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

NEHLS G. 1996 Der Kiebitz in der Agrarlandschaft – Perspektiven für den Erhalt des Vogels des Jahres 1996. *Ber. z. Vogelschutz* 34: 123-132.

NEWSON S. E., REXSTAD E. A., BAILLIE S. R., BUCKLAND S. T. et AEBISCHER N. J. 2010 Population change of avian predators and grey squirrels in England: is there evidence for an impact on avian prey populations? *Journal of Applied Ecology* 47: 244-252.

NEWTON I. 1998 *Population Limitation in Birds.* Academic Press, London.

NEWTON I. 2004 The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146: 579-600.

NIEHAUS A. C., RUTHRAUFF D. R. et McCaffery B. J. 2004 Response of predators to western sandpiper nest exclosures. *Waterbirds* 27: 79-82.

NIELSEN R. D. 2008 *Impacts of predation on the hatching success of Northern Lapwings Vanellus vanellus in relation to*

Red Fox Vulpes vulpes density. Årskort nummer 20021246. University of Aarhus. 28 p.

NOL E. et BROOKS R. J. 1982 Effects of predator exclosures on nesting success of Killdeer. *J. Field Ornith.* 53: 263-268.

NORDSTRÖM M. et KORPIMÄKI E. 2004 Effects of island isolation and feral mink removal on bird communities on small islands in the Baltic Sea. *J. Anim. Ecol.* 73: 424-433.

NORDSTRÖM M., HÖGMANDER J., LAINE J., NUMMELIN J., LAANETU N. et KORPIMÄKI E. 2003 Effects of feral mink removal on seabirds, waders and passerines on small islands in the Baltic Sea. *Biol Conserv.* 109: 359-368.

NORDSTRÖM M., HÖGMANDER J., NUMMELIN J., LAINE J., LAANETU N. et KORPIMÄKI E. 2002 Variable responses of waterfowl breeding populations to long-term removal of introduced American mink. *Ecography* 25: 385-394.

NORRDAHL K. et KORPIMÄKI E. 1998. Fear in farmlands: how much does predator avoidance affect bird community structure?. *Journal of Avian Biology*, 79-85.

NORRIS K., BRINDLEY E., COOK T., BABBS S., BROWN C. F. et YAXLEY R. 1998 Is the density of redshank *Tringa totanus* nesting on saltmarshes in Great Britain declining due to changes in grazing management? *J. Appl Ecol.* 35: 621-634.

NORRIS K., COOK T., O'DOWD B. et DURDIN C. 1997 The density of redshank *Tringa totanus* breeding on the saltmarshes of the Wash in relation to habitat and its grazing management. *J. Appl. Ecol.* 34: 999-1013.

NSW NATIONAL PARKS AND WILDLIFE SERVICE 2001 *Threat Abatement Plan for Predation*

by the Red Fox (*Vulpes vulpes*). NSW National Parks and Wildlife Service, Hurstville.

NUMMI P., VÄÄNÄNEN V.-M., PEKKARINEN A.-J., ERONEN V., MIKKOLA-ROOS M., NURMI J., RAUTAINEN A. et RUSANEN P. 2019 Alien predation in wetlands – the Raccoon Dog and Waterbird breeding success. *Baltic Forestry* 25: 288-237.

O'BRIEN M. G. 2001 *Factors affecting breeding wader populations on upland enclosed farmland in northern Britain.* Institute of Cell, Animal and Population Biology, University of Edinburgh.

O'CONNOR R. J. et SHRUBB M. 1986 *Farming and Birds.* Cambridge: Cambridge University Press.

ODIN R. 1957 California Gull Predation on Waterfowl. *The Auk* 74: 185–202.

OERTZEN G. et DÜTTMANN H. 2006 Brutverhalten von Wiesenlimikolen auf unterschiedlich bewirtschafteten Niederungsstandorten in der oberen Mittelradde-Niederung (Landkreis Emsland, Cloppenburg; Niedersachsen). *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32: 157-166.

OLSEN H. 2002 *Patterns of predation on ground nesting meadow birds.* PhD thesis, R. Veterinarian and Agri-cultural University, Copenhagen, Denmark.

OLSEN H. et SCHMIDT N. M. 2004A Response of hooded crow *Corvus corone cornix* and magpie *Pica pica* to exposure to artificial nests. *Bird Study* 51: 87-90.

OLSEN H. et SCHMIDT N. M. 2004B Impacts of wet grassland management and winter severity on wader breeding numbers in eastern Denmark. *Basic Appl. Ecol.* 5: 203–210.

OPPEL S., CLARK B. L., RISI M. M., HORSWILL C., CONVERSE S. J., JONES C. W., OSBORNE A. M., STEVENS K., PEROLD V., BOND A. L., WANLESS R. M. CUTHBERT R., COOPER J. et RYAN P. G. 2022 Cryptic population decrease due to invasive species predation in a long-lived seabird supports need for eradication. *J Appl Ecol.* 2022; 00: 1–12.

OTTERSEN G., PLANQUE B., BELGRANO A., POST E., REID P. C. et STENSETH N. C. 2001. Ecological effects of the North Atlantic oscillation. *Oecologia*, 128: 1-14.

OTTVALL R. 2005 Boöverlevnad hos strandängshäckande vadare - den relativa betydelsen av predation och trampsador av betesdjur. *Ornis Svecica* 15: 89–96.

OTTVALL R. et SMITH H. G. 2006 Effects of an agri-environment scheme on wader populations on coastal meadows in southern Sweden. *Agric. Ecosyst. Environ.* 113: 264–271.

OTTVALL R., LARSSON K. et SMITH H. G. 2005 Nesting success in Redshank *Tringa totanus* breeding on coastal meadows and the importance of habitat features used as perches by avian predators, *Bird Study* 52: 289-296.

PAKANEN V. M., LUUKKONEN A. et KOIVULA K. 2011 Nest predation and trampling as management risks in grazed coastal meadows. *Biodiversity and Conservation*, 20: 2057-2073.

PÁLSDÓTTIR K. 1992. Eggjaát hjá kindum. *Bliki* 12 : 55 - 56. (Consumption d'œufs par les moutons, en Islandais)

PARR R. 1992 The decline to extinction of a population of Golden Plover in north-east Scotland. *Ornis Scand.* 23: 152-158.

PARR R. 1993 Nest predation and numbers of golden plovers *Pluvialis apricaria* and other moorland waders. *Bird Study* 40:

223-231.

PATTERSON I. J. 1977 The control of fox movement by electric fencing. *Biol. Cons.* 11: 267-278.

PATTERSON I. J., GILBOA A. et TOZER D. J. 1982 Rearing other peoples' young; Brood-mixing in the Shelduck *Tadorna tadorna*. *Animal Behaviour*, 30(1), 199-202.

PAULINY A., LARSSON M. et BLOMQUIST D. 2008 Nest predation management: effects on reproductive success in endangered shorebirds. *J. Wildl. Manag.* 72: 1579–1583.

PEARSE A. T. et RATTI J. T. 2004. Effects of predator removal on mallard duckling survival. *Journal of wildlife management*, 68(2), 342-350.

PECKARSKY B. L. et McINTOSH A. R. 1998. Fitness and community consequences of avoiding multiple pre-dators. *Oecologia* 113 : 565-576.

PERSON L., FRANQUIN M. et TRIPLET P. 2018 Relations entre reproduction du Vanneau huppé *Vanellus vanellus* et pratiques agro-environnementales en Plaine Maritime Picarde. *Alauda* 86 : 1-8.

PEŠKOVÁ L. 2020 Influence of external conditions on egg incubation in lapwings (genus *Vanellus*) in temperate and subtropical climate. Univerzita Karlova. 88 p. En Tchèque avec résumé en anglais.

PIENKOWSKI M. W. et EVANS P. R. 1982 Breeding behaviour, productivity and survival of colonial and non-colonial Shelducks *Tadorna tadorna*. *Ornis Scand.* 13: 101-116.

PIENKOWSKI M.W. 1984 Breeding biology and population dynamics of Ringed Plovers *Charadrius hiaticula* in Britain and Greenland: nest-predation as a possible factor limiting distribution and timing of breeding. *J. Zool., Lond.* 202: 83–114.

PILACKA L., NEUBAUER G., KARLIONOVA N., PINCHUK P. et MEISSNER W. 2022 Chick survival in a high-density Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) population on the river islets of the middle Pripyat River, Belarus. *Ornis Fennica*, 00–00. <https://doi.org/10.51812/of.124843>

PLARD F., BRUNS H. A., CIMIOTTI D. V., HELMECKE A., HÖTKER H., JEROMIN H., ROODBERGEN M., SCHEKKER-MAN H., TEUNISSEN W., VAN DER JEUGD H. et SCHAUB M. 2019 Low productivity and unsuitable management drive the decline of central European lapwing populations. *Animal conservation* 2019. 11 p.

Pöysä H. 1999 Conspecific nest parasitism is associated with inequality in nest predation risk in the common goldeneye (*Bucephala clangula*). *Behav. Ecol.* 10: 533–540.

Pöysä H. 2006 Public information and conspecific nest parasitism in goldeneyes: targeting safe nests by parasites. *Behav. Ecol.* 17: 459–465.

PRAUS L. 2015 *Effects of nest predators on ground nesting birds in intensively used arable fields*. Ph. D. Thesis. Palacký University Olomouc, 131 p.

PREISSER E. L., BOLNICK D. I. et BENARD M. F. 2005 Scared to death? The effects of intimidation and consumption in predator–prey interactions. *Ecology* 86: 501-509.

PREISSER E. L., BOLNICK D. I. et GRABOWSKI J. H. 2009. Resource dynamics influence the strength of non-consumptive predator effects on prey. *Ecology letters*, 12(4), 315-323.

PUCHTA A., ULMER J., SCHÖNENBERGER A. et BURTSCHER B 2011 Extraordinary high breeding success of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in the Austrian Rhine

Valley. *Ornithol. Beob.* 108 : 205-214.

PULLIN A. S., KNIGHT T. M., STONE D. A. et CHARMAN K. 2004 Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making?. *Biological conservation* 119: 245-252.

RANKIN G. D. 1979 *Aspects of the breeding biology of wading birds (charadrii) on a saltmarsh.* Durham theses, Durham University. 374 p. Available at Durham E-Theses Online: <http://etheses.dur.ac.uk/6324/>

REIJNEN R., FOPPEN R. et MEEUWSEN H. 1996 The effects of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75 : 255-260.

RICKENBACH O., GRÜEBLER M. U., SCHAUB M., KOLLER A., NAEF-DAENZER B. et SCHIFFERLI L. 2011 Exclusion of ground predators improves Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis* 153: 531-542.

RICKLEFS R. E. 1969 Preliminary models for growth rates of altricial birds. *Ecology* 50: 1031-1039.

RIGGERT T. L. 1977 The biology of the mountain duck on Rottnest Island, western Australia. *Wildlife Monographs* 52: 3-67.

RIMMER D. W. et DEBLINGER R. D. 1990 Use of predator exclosures to protect piping plover nests. *J. Field Ornith.* 61: 217-223.

RINGELMAN J. K. 1992 *Identifying the Factors That Limit Duck Production - U.S;* Fish and Wildlife Service Waterfowl Management Handbook Leaflet 13.2.7.:1-6.

RITCHIE E. G. et JOHNSON C. N. 2009 Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters* 12: 982-998.

ROBINSON S. G., BLACK M. M., CATLIN D. H.,

WAILS C. N., KARPANTY K. M., BELLMAN H., OLIVER K. W., RITTER S. J. et FRASER J. D. 2023 Red fox trap success is correlated with piping plover chick survival. *Journal of Wildlife Management* 2023;e22538. 10 p.

ROBSON B. et ALLCORN R. I. 2006 Rush cutting to create nesting patches for lapwings *Vanellus vanellus* and other waders, Lower Lough Erne RSPB reserve, County Fermanagh, Northern Ireland. *Conservation Evidence* 3: 81-83.

ROHWER F. C. et FISHER J. 2007 *Reducing Populations of Medium-size Mammalian Predators to Benefit Waterfowl Production in the Prairie Pothole Region.* Transactions of the 72nd North American Wildlife Natural Resources Conference.

RONDEAU A. J. et PIEHL J. L. 1989 *Construction and Operation of Electric Fences for Predator Management: A Mid-Continent Waterfowl Management Project Manual.* US Fish and Wildlife Service.

ROODBERGEN M. 2010 *Population dynamics of Black-tailed Godwits in the light of heavy metal pollution.* Thèse, Université de Groningen. 152 p.

ROODBERGEN M., VAN DER WERF B. et HÖTKER H. 2012 Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: Review and meta-analysis. *Journal of Ornithology*, 153: 53-74.

ROOS S., SMART J., GIBBONS D. W. et WILSON J. D. 2018 A review of predation as a limiting factor for bird populations in mesopredator-rich landscapes: a case study of the UK. *Biol. Rev.* 93: 1915-1937. <https://doi.org/10.1111/brv.12426>.

SAFINE D. E. et LINDBERG M. S. 2008 Nest habitat selection of White-winged Scoters on Yukon Flats, Alaska. *Wilson J. Ornithol.* 120: 582-593.

SAFRIEL U. N. 1985 Diet dimorphism 'within an Oystercatcher *Haematopus ostralegus* population—adaptive significance and effects on recent distribution dynamics. *Ibis* 127: 287-305.

ŠÁLEK M. et ZÁMEČNÍK V. 2014 Delayed nest predation: a possible tactic toward nests of open-nesting birds. *J. Vertebrate Biology* 63: 67-72.

SANZ-AGUILAR A., MARTINEZ-ABRAIN A., TAVECCHIA G., MINGUEZ E. et ORO D. 2009 Evidence-based culling of a facultative predator: efficacy and efficiency components. *Biol. Cons.* 142: 424-431

SARGEANT A. B. 1972. Red fox spatial characteristics in relation to waterfowl predation. *J. Wildlife Management* 36: 225-236.

SARGEANT A. B. 1978 Red fox prey demands and implications to prairie duck production. *J. Wildlife Management* 38: 520-527.

SARGEANT A. B. et EBERHARDT L. E. 1975 Death feigning by ducks in response to predation by red foxes (*Vulpes fulva*). *American Midland Naturalist* 94: 108-119.

SARGEANT A. B., SOVADA M. A. et GREENWOOD R. J. 1998 *Interpreting evidence of depredation of duck nests in the prairie pothole region.* U.S. Geological Survey Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, ND and Ducks Unlimited, Ins., Memphis, TN. 72pp.

SARYCHEV V. S. et MISCHENKO A. 2014 Conservation assessment of *Haematopus ostralegus longipes*. *International Wader Studies* 20: 33-40.

SAUNDERS G., WHITE P. C. L., HARRIS S. et RAYNER J. M. V. 1993 Urban foxes (*Vulpes vulpes*): food acquisition, time and energy budgeting of a generalized predator.

Symp Zool Soc London 65: 215–34.

SAVIDGE J. A. et SEIBERT T. F. 1988 An infrared trigger and camera to identify predators at artificial nests. *J. Wildlife Management* 52: 291-294.

SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. et OOSTERVELD E. 2009. Mortality of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chicks in wet grasslands: influence of predation and agriculture. *J. Ornith.* 150: 133-145.

SCHIFFERLI L., RICKENBACH O., KOLLER A. et GRÜEBLER M. 2009 Massnahmen zur Förderung des Kiebitzes *Vanellus vanellus* im Wauwilermoos (Kanton Luzern): Schutz der Nester vor Landwirtschaft und Prädation. *Ornithologische Beobachter* 106: 311–326.

SCHIFFERLI L., SPAAR R. et KOLLER A. 2006 Fence and plough for Lapwings: Nest protection to improve nest and chick survival in Swiss farmland. *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 32: 123–129.

SCHÜTTLER E., KLENKE R., McGEHEE S., ROZZI R. et JAX K. 2009 Vulnerability of ground-nesting waterbirds to predation by invasive American mink in the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Biological Conservation* 142: 1450–1460.

SEPANSO 2011 *Synthèse simplifiée des activités pour l'année 2010.* Réserve Naturelle du Banc d'Arguin, 33 p.

SEYMOUR A. S., HARRIS S., RALSTON C. et WHITE P. C. 2003 Factors influencing the nesting success of Lapwings *Vanellus vanellus* and behaviour of Red Fox *Vulpes vulpes* in Lapwing nesting sites. *Bird Study* 50: 39-46.

SHARPE F. E. 2006 *Productivity and population trends of Northern Lapwing (Vanellus vanellus) in Britain.* PhD Thesis, University of Bath, UK.

SHARPS E., SMART J., SKOV M. W., GARBUTT A. et HIDDINK J. G. 2015 Light grazing of saltmarshes is a direct and indirect cause of nest failure in Common Redshank *Tringa totanus*. *Ibis* 157: 239–249

SHELDON R. D. 2002 Factors affecting the distribution, abundance and chick survival of the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Unpublished PhD thesis, Harper Adams University College*, 235 p.

SHRUBB M. 1990 Effects of agricultural change on nesting Lapwing (*Vanellus vanellus*) in England and Wales. *Bird Study*. 37: 115–127.

SIBILLE S., GRIFFIN C. et SCALLAN D. 2020 *Europe's Hunttable Birds: A Review of Status and Conservation Priorities*. European Federation for Hunting and Conservation (FACE). <https://www.face.eu/>

SIH A. 1980 Optimal foraging: partial consumption of prey. *The American Naturalist* 116: 281–290.

SIH A. 1982. Optimal patch use: variation in selective pressure for efficient foraging. *The American Naturalist* 120: 666–685.

SIH A. 1987. Prey refuges and predator-prey stability. *Theoretical Population Biology* 31, 1–12.

SIH A., BOLNICK D. I., LUTTBEG B., ORROCK J. L., PEACOR S. D., PINTOR L. M. et VONESH J. R. 2010 Predator–prey, antipredator behavior, and the ecology of predator invasions. *Oikos* 119: 610–621.

SLAGSVOLD T. 1978 It is possible to reduce a dense Hooded Crow *Corvus corone cornix* population in a woodland and what does it cost? *Cinclus* 1: 37–47.

SMART J., GILL J. A., SUTHERLAND W. J. et WATKINSON A. R. 2006 Grassland-

breeding waders: identifying key habitat requirements for management. *J. Appl. Ecol.* 43: 454–463.

SMITH K. A., MURPHY R. K., MICHAELSON D. L. et VIEHL W. C. 1993 Habitat and predation management for nesting piping plovers at Lostwood National Wildlife Refuge, North Dakota. *The Prairie Naturalist* 25: 139–147.

SMITH R. K., PULLIN A. S., STEWART G. B. et SUTHERLAND W. J. 2011 Is nest predator exclusion an effective strategy for enhancing bird populations? *Biological conservation* 144: 1–10.

SOIKKELI M. et SALO J. 1979 The bird fauna of abandoned shore pastures. *Ornis Fenn.* 56:124–132.

STEADMAN D. W. 1995 Prehistoric extinctions of Pacific island birds: biodiversity meets zooarchaeology. *Science* 267: 1123–1131.

STEPHENS D. W. et KREBS J. R. 1986 *Foraging theory*. Monographs in Behaviour and Ecology. Princeton University Press, Princeton.

STEN J. et IMS R. A. 2016 Absence from the nest due to human disturbance induces higher nest predation risk than natural recesses in Common Eiders *Somateria mollissima*. *Ibis* 158: 249–260.

STILLMAN R. A. et SIMMONS V. L. 2006 Predicting the functional response of a farmland bird. *Functional Ecology* 20: 723–730.

SUEUR F., TRIPLET P. et CARRUETTE P. 2007 Trente ans de reproduction de l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* dans le Parc du Marquenterre (Réserve Naturelle de la Baie de Somme). *Alauda* 75: 45–50.

SUGDEN L. G. et BEYERSBERGEN G. W. 1986 Effect of nesting density and concealment on American crow predation of simulated

duck nests. *Journal of Wildlife* 51: 481-485.

SUHONEN J., NORRDAHL K. et KORPIMAKI E. 1994 Avian predation risk modifies breeding bird community on a farmland area. *Ecology* 75: 1626-1634.

SUMMERS R. W., GREEN, R. E., PROCTOR R., DUGAN, D., LAMBIE D., MONCRIEFF R., MOSS R. et BAINES D. 2004 An experimental study of the effects of predation on the breeding productivity of capercaillie and black grouse. *J. Appl. Ecol.* 41: 513-525.

SWENNEN C. 1989 Gull predation upon eider *Somateria mollissima* ducklings: destruction or elimination of the unfit. *Ardea* 77: 21-45.

TAYLOR S. J. S. 1974 Habitat selection in lapwings *Vanellus vanellus* (L.) breeding on marginal hill farmland, Durham theses, Durham University. Available at Durham E-Theses Online: <http://etheses.dur.ac.uk/9118/>. 64 p.

TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H et WILLEMS F 2006 Predation on meadow birds in The Netherlands: results of a four-year study. *Osnabrucker Naturwiss. Mitt.* 32:137-143.

TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H. et WILLEMS F. 2005 *Predatie bij weidevogels*, Report No. 2005/11, Beek-Ubbergen: SOVON Vogelonderzoek Nederland.

TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H., WILLEMS F. et MAJOOR F. 2008 Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. *Ibis* 150: 74-85.

TINBERGEN N. 1975 *L'univers du goéland argenté*. Elsevier Savoir, Paris. Traduction, 224 p.

TREFFLER S. M., THYEN S. et HECKROTH M. 2010 Islands of the European Wadden

Sea: predator free paradise for breeding waders? *Wader Study Group Bull.* 117: 219.

TRIPLET P. et LIEUBRAY J. 2016 Réflexion sur les limites à la mise en place d'aires protégées pour les oiseaux d'eau. *Faune sauvage* 311 : 37-43.

TROLLET B. 2018. *Évaluation des moratoires de chasse du Courlis cendré et de la Barge à queue noire*. ONCFS, Paris, France. 128 p.

TROLLET B. et GIRARD O. 2000 Le Vanneau huppé, le Pluvier doré et autres limicoles. In Enquête nationale sur les tableaux de chasse à tir, saison 1998-1999. *Faune Sauvage* 251 : 185-192.

TROLLET F., HUYNEN M.-C., VERMEULEN C. et HAMBUCKERS A. 2014 Use of camera traps for wildlife studies: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 18: 446-454.

UNDERHILL-DAY J.C. 1985 The food of breeding Marsh Harriers *Circus aeruginosus* in East Anglia. *Bird Study* 32 : 199-206.

VÄÄNÄNEN V. M., PÖYSÄ H. et RUNKO P. 2016 Nest and brood stage association between ducks and small colonial gulls in boreal wetlands. *Ornis Fennica* 93: 47-54.

VALKAMA J. et CURRIE D. 1999 Low productivity of Curlews *Numenius arquata* on farmland in southern Fin-land: Causes and consequences. *Ornis Fenn.* 76: 65-70.

VALKAMA J., CURRIE D. et KORPIMÄKI E. 1999 Differences in the intensity of nest predation in the curlew *Numenius arquata*: A consequence of land use and predator densities? *Ecoscience* 6: 497-504.

VAN DER ENDE M., STRIJKSTRA A. M., DIAS E. et SMIT C. 2017 Spatial ecology and prey choice of tagged feral cats on Schiermonnikoog.

Lutra 60: 73-91.

VAN DER VLIET R. E., SCHULLER E. et WASSEN M. J. 2008 Avian predators in a meadow landscape: consequences of their occurrence for breeding open-area birds. *J. Avian Biol.* 39: 523-529.

VAN DER WAL R. et PALMER S. C. F. 2008 Is breeding of farmland wading birds depressed by a combination of predator abundance and grazing? *Biol. Lett.* 4: 256-258.

VAN DOBBEN W. H. 1934 Bijdrage tot het meeuwenvraagstuk. *Org. Club Ned. Voge1k.* 7: 63-78.

VASKE J. J., RIMMER D. W. et DEBLINGER R. D. 1994 The Impact of Different Predator Exclosures on Piping Plover Nest Abandonment. *J. Field Ornith.* 65: 201-209.

VERHOEVEN M.A., LOONSTRA A. H. J., PRINGLE T., KASPERSMA W., WHIFFIN M., McBRIDE A. D., SJOERDSMA P., ROODHART C., BURGESS M. D., PIERSMA T. et SMART J. 2021 Do ditch-side electric fences improve the breeding productivity of ground-nesting waders? *Ecol Solut Evid.* 2022; 3: e12143. doi.org/10.1002/2688-8319.12143. 13 p.

VĪKSNE J., JANAUS M. et MEDNIS A. 2011 Factors influencing the number of breeding waterbirds in Lake En-gure, Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences B* 65: 127-137.

VISSER M. E. et HOLLEMAN L. J. 2001. Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences.* 268: 289-294.

VON FEHN M., HÄRTING C, ZUCCHI H. et JOEST R. 2019 Bruthabitatwahl und Bruterfolg des Kiebitzes in der Hellwegbörde. *ABU info* 41-42 : 23-32.

WALLANDER J., ISAKSSON D. et LENBERG T. 2006 Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. *Biol Conserv.* 132 : 343-350.

WALTNER-TOEWS D. et KAY J. 2005 The evolution of an ecosystem approach: the diamond schematic and an adaptive methodology for ecosystem sustainability and health. *Ecol. Soc.* 10. 10.5751/ES-01214-100138

WELLMAN L., MOFFATT B., TOTTERMAN B. et HING N. 2000 A co-operative approach to 423 protecting threatened species - Pied Oystercatchers, South Ballina, Northern NSW. Pages 99- 104. In *Proceedings of the NSW pest animal control conference, 25-27 Oct 2000* (S. Bulogh, 425 Ed.). NSW Agriculture, Orange.

WEST B. C. 2002 *The influence of predator exclosures and livestock grazing on duck production at Bear River Migratory Bird Refuge, Utah.* Utah State University.

WEST B. C., MESSMER T. A. et BACHMAN D. C. 2007. Using predator exclosures to protect ground nests from red fox. *Human-Wildlife Conflicts* 1: 24-26.

WHITE P. C. et HIRONS G. 2019 *Guidance on the use of predator exclusion fences to reduce mammalian predation on ground-nesting birds on RSPB reserves.* RSPB ecology, 161 p.

WHITTINGHAM M. J. et EVANS K. L. 2004 The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis* 146 (Suppl. 2), 210-220.

WILLEMS F., OOSTERHUIS R., DIJKSEN L., KATS R. et ENS, B. J. 2005. Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee 2005. *SOVON onderzoeksrapport, 7.*

WILLIAMS M. 1973 *Dispersionary behaviour*

and breeding of shelduck, *Tadorna tadorna* L., on the river Ythan estuary. University of Aberdeen (United Kingdom).

WILLMS M. A. et CRAWFORD R. D. 1989 Use of earthen islands by nesting ducks in North Dakota. *J. wildlife management* 53: 411-417.

WILSON J. D., EVANS A. D. et GRICE P. V. 2009 *Bird Conservation and Agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge.

WINKLER D. W., DUNN P. O. et McCULLOCH C. E. 2002 Predicting the effects of climate change on avian life-history traits. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 99: 13595-13599.

WIRSING A. J., CAMERON K. E. et HEITHAUS M. R. 2010 Spatial responses to predators vary with prey escape mode. *Anim. Behav.* 79: 531-537.

WOUD T. 2013 *Impact of increasing landscape openness on waders and avian predators in the Netherlands*. Master thesis, master programme Environmental Biology, track Ecology et Natural Resource Management at Utrecht University. 33 p.

WYMENGA E. et ALMA R. 1998 *Onderzoek naar de achteruitgang van weidevogels in het natuureservaat de Gouden Bodem*. Altenburg et Wymenga.

YLIMAUNU O., YLIMAUNU J., HEMMINKI O. et LIEHU H. 1987 Breeding ecology and size of the breeding Curlew (*Numenius arquata*) population in Finland. *Lintumies* 22: 98-103.

YOUNG C. M. 1964 *An ecological study of the Common Shelduck (Tadorna tadorna L.) with special reference to the regulation of the Ythan population*. Unpubl Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis. Aberdeen University).

ZAPATA-RÍOS G. et BRANCH L. C. 2016. Altered activity patterns and reduced abundance

of native mammals in sites with feral dogs in the high Andes. *Biol. Cons.* 193: 9-16.

ZIELONKA N., HAWKES R. W., JONES H., BURNSIDE R. et DOLMAN P. 2019 Placement, survival and predator identity of Eurasian Curlew *Numenius arquata* nests on lowland grass-heath. *Bird Study* 66: 471-483.

ZÖCKLER C., DELANY, S. et HAGEMEIJER W. 2003 Wader populations are declining – how will we elucidate the reasons? *Wader Study Group Bull.* 100: 202–211.



Remerciements

À Alain Gallice et Michel Alexandre Czajkowski pour leur relecture et leurs conseils.

Pour citer cet article :

**TRIPLET P., CAZANAS J., CAPUCINE B.,
FUENTES E., 2024.**

La prédation sur les oiseaux d'eau nicheurs,
constats et réflexions sur la gestion
Plume de Naturalistes 8 : 169-226.

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

ISSN 2607-0510

Comportement anti-prédateur d'une couleuvre verte et jaune *Hierophis viridiflavus* face à un chat domestique *Felis catus*

Par **Jean-Marc CUGNASSE** (jean-marc.cugnasse@orange.fr)



Abstract

In situation of potential or real risk, the Green whip snake *Hierophis viridiflavus* has a reputation for fleeing or being very aggressive. This note presents an original strategy developed when faced with a Domestic cat *Felis catus* whose predation attempt it tried to thwart by protecting its head and/or keeping it ready for a sudden attack at the right moment.

Lorsqu'elle est en situation de risque potentiel ou réel (prédateur, dérangement humain) dans son habitat naturel, la Couleuvre verte et jaune *Hierophis viridiflavus* développe deux stratégies anti-prédatrices.

La première est la fuite fulgurante face à un dérangement (GENIEZ & CHEYLAN, 2012), en fouettant de sa queue (VACHER & GENIEZ, 2010). J'ai pu observer cette réponse qui ne lui est pas propre maintes fois.

Mais j'ai vu aussi plusieurs fois, sur un chemin, un individu adulte venir droit vers moi, la partie antérieure de son corps redressée, alors qu'il lui était possible de gagner le couvert. Poursuivant ma marche,

il cessait son comportement de bluff et fuyait dans la végétation.

La seconde, lorsqu'elle est inquiétée, est de faire face à l'agresseur en cherchant à le mordre vivement (VACHER & GENIEZ, 2010). Capturée, elle se retourne instantanément, lance sa tête en avant, gueule ouverte, pour mordre la main qui l'a saisie (FRÉTEY, 1975 ; GENIEZ & CHEYLAN, 2012 ; obs. personnelles). Elle peut ensuite enserrer fortement le bras et mordre de ses grandes dents maxillaires, sans lâcher prise, parfois jusqu'au sang (ROLLINAT, 1980).

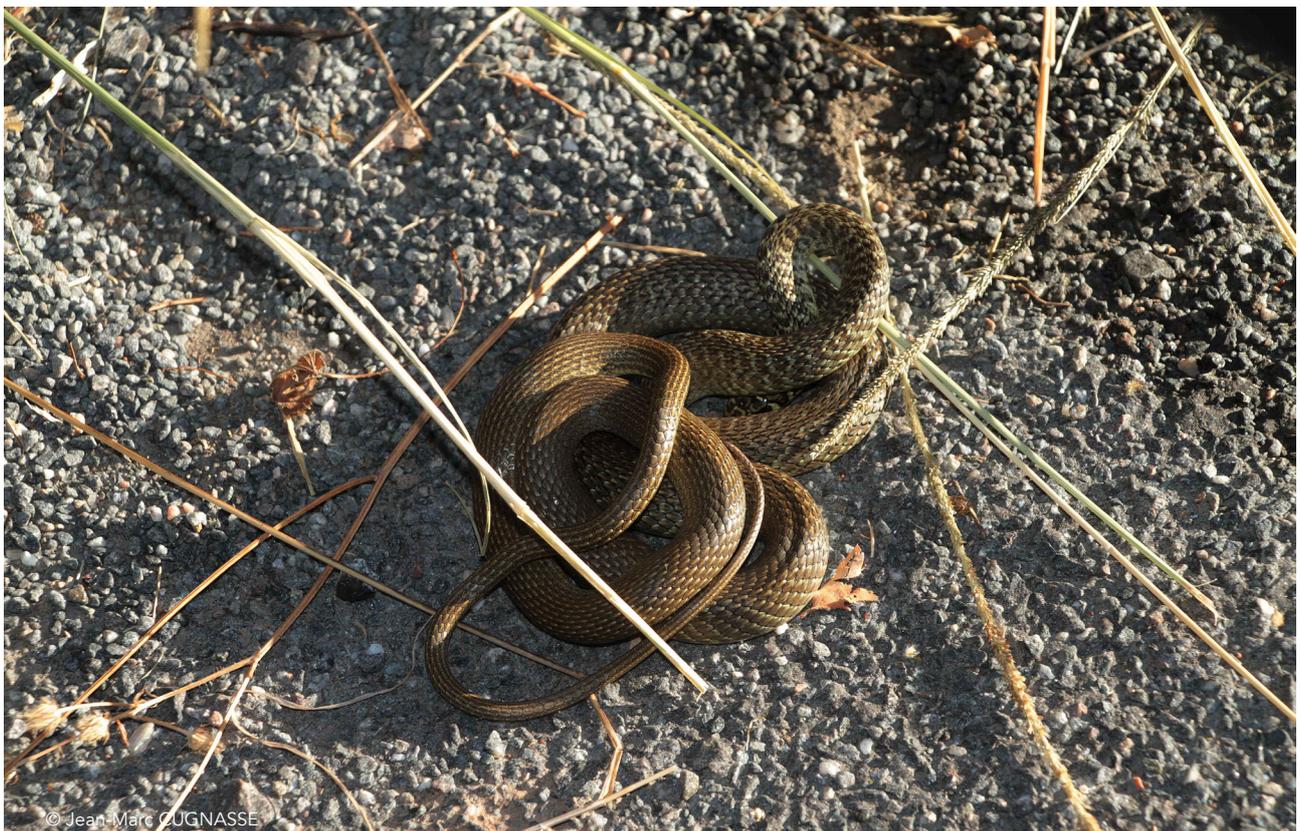
Parfois intensifiés par des observations en captivité, ces différents comportements valent à cette couleuvre une réputation d'animal très agressif.

L'observation que j'ai effectuée le 24 août 2023, à 9h, à la Castié basse (Brousse-le-Château -Aveyron), révèle une autre stratégie dont je n'ai pas trouvé mention dans la bibliographie. Alors que je roulais en voiture, j'aperçus un chat qui se tenait devant une couleuvre enroulée sur la

route. Il portait le bout des doigts d'une de ses pattes avant sur son corps, par petites touches furtives et prudentes mais celle-ci ne montrait aucune réaction.

A mon approche, le chat s'enfuit. La couleuvre demeura la tête dissimulée sous les anneaux de son corps, gardant cette posture malgré ma présence à côté d'elle. Je lui relevai alors la tête pour voir si elle avait été blessée mais elle ne bougeait toujours pas. Je la pris dans mes mains et je la libérai dans le talus couvert d'une végétation dense d'où elle provenait probablement et dans lequel elle finit par s'éloigner sans précipitation.

Bien que n'ayant pas observé le début de l'interaction, il semblerait que cette couleuvre subadulte ait dû être surprise par ce chat et qu'elle ait choisi de mettre en échec sa tentative de prédation en protégeant sa tête et/ou en la tenant prête pour une attaque soudaine le moment favorable. Probablement sous l'effet du stress, elle s'est laissée manipuler sans montrer de comportement de défense



© Jean-Marc CUGNASSE

et sans tenter de mordre, ce qui n'est pas habituel même chez les individus qui ne sont pas adultes (observations personnelles).

La Couleuvre verte et jaune n'a pas été signalée dans 52 études parmi les espèces de Reptiles admises en Centre de sauvegarde comme ayant été prédatées par un chat domestique (CLUZEAUD, 2022). Le Chat domestique ne semble pas s'en prendre à elle, contrairement au Chat sauvage (VACHER & GENIEZ, 2010), possiblement du fait de l'efficacité de son comportement de défense agressif. De façon générale, les couleuvres représentent de 0 % à moins de 1 % des proies chez le Chat domestique (BONNAUD, 2004 ; BIRO et al., 2005 ; BONNAUD et al., 2011) et chez le Chat sauvage (SCHAUENBERG, 1981 ; AYMERICH, 1982 ; CLEVENGER, 1995 ; GIL SÁNCHEZ, 1998, MOLEON & GIL-SANCHEZ, 2003 ; BIRO et al., 2005). Plusieurs cas de prédation de jeunes couleuvres vertes et jaunes par des chats domestiques sont toutefois décrits et accompagnés de

photographies sur Internet. Ces derniers peuvent montrer une préférence marquée pour un type de proies et ils peuvent les chasser sélectivement, parfois même efficacement lorsqu'elles sont en faible densité (DICKMAN & NEWSOME, 2015). C'est peut-être le cas pour cet individu qui prédate également des lézards ocellés TIMON LEPIDUS dans la population résiduelle présente sur ce site.

Remerciements

Je remercie Philippe Geniez qui a bien voulu relire la présente note.

Merci à Ludivine Delamare pour sa photo d'un couple de couleuvres, prise le 22 mai 2023 sur la chaussée de l'étang de Bellebouche en Brenne lors d'un stage herpétologique du CPIE de Brenne.

Bibliographie

AYMERICH M. (1982). Étude comparative des régimes alimentaires du Lynx pardelle (*Lynx pardina* Temminck, 1824) et du Chat sauvage (*Felis silvestris* Schreber, 1777) au centre de la péninsule Ibérique. *Mammalia*, 46 (4) : 515-522

BIRO Z., LANSZKI J., SZEMETHY L., HELTAI M. ET RANDI E. (2005). Feeding habits of feral domestic cats (*Felis catus*), wild cats (*Felis silvestris*) and their hybrids: trophic niche

overlap among cat groups in Hungary. *J. Zool., Lond.*, 266, 187-196.

BONNAUD E. (2004). Écologie alimentaire du Chat haret *Felis catus*, prédateur introduit sur les îles d'Hyères. Diplôme d'études supérieures, Mention Sciences, Université Paul Cézanne.

BONNAUD E., BOURGEOIS K., ZARZOSO-LACOSTE D. ET VIDAL E. (2011). Cat impact

and management on two Mediterranean sister islands: "the French conservation touch". Pages 395-401. In: VEITCH C. R., CLOUT M. N. AND TOWNS D. R. (eds.). *Island invasives: eradication and management*. IUCN, Gland, Switzerland

CLEVENGER A. P. (1995). Seasonality and relationships of food resource use of *Martes martes*, *Genetta genetta* and *Felis catus* in the Balearic Islands. *Revue d'écologie*, 50 (2) : 109-131.

CLUZEAUD M. (2022). Prédation du Chat domestique et impact sur la faune sauvage : état des lieux des connaissances et illustration par analyse statistique des proies admises en Centre de sauvegarde. Thèse, Université Claude Bernard Lyon 1.

DICKMAN C. R., & NEWSOME T. M. (2015). Individual hunting behaviour and prey specialisation in the house cat *Felis catus*: implications for conservation and management. *Applied Animal Behaviour Science*, 173 : 76-87.

FRÉTEY J. (1975). *Guide des Reptiles et Batraciens de France*. Hatier. 239 p.

GENIEZ P. & CHEYLAN M. (2012). *Les Amphibiens et les Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes*. Atlas biogéographique. Biotope - Muséum national d'Histoire naturelle.

GIL SÁNCHEZ J. M. (1998). Dieta comparada del gato montés (*Felis silvestris*) y la jineta (*Genetta genetta*) en una área de simpatria de las Sierras Subbéticas (SE España). *Miscellanea Zooloica*, 21.2: 57-64.

MOLEON M. & GIL-SANCHEZ JM (2003). Food habits of the wildcat (*Felis silvestris*) in a peculiar habitat: the Mediterranean high mountain. *J. Zool., Lond.*, 260: 17-22.

ROLLINAT R. (1980). *La Vie des reptiles de la France centrale*. Société Herpétologique de France. 343 p.

SCHAUENBERG P. (1981). Éléments d'écologie du Chat forestier d'Europe *Felis silvestris* Schreber, 1777. *Revue d'Écologie*, 35(1) : 3-36.

VACHER J.-P. & GENIEZ M. (COORD.) (2010). *Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Biotope - Muséum national d'Histoire naturelle. 544 p.

Pour citer cet article :

CUGNASSE , J-M. 2024.

Comportement anti-prédateur d'une couleuvre verte et jaune *Hierophis viridiflavus* face à un chat domestique *Felis catus*.
Plume de Naturalistes 8 : 227-230.

ISSN 2607-0510

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

Prédation crépusculaire répétée d'éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*) sur des murins de Daubenton (*Myotis daubentonii*)

Par **Rémi TURBAN** (remi.turban@gmail.com)



© Rémi TURBAN



© Rémi TURBAN

Mots-clés : rapace, chauve-souris, opportunisme.

Résumé

Lors d'une soirée dans les gorges de la Dourbie (Aveyron), trois éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*) ont été observés capturant cinq murins de Daubenton (*Myotis daubentonii*). Différents comportements singuliers sont discutés, tels qu'une activité crépusculaire précoce du Murin de Daubenton et la récurrence de prédation des éperviers, habituellement prédateurs d'oiseaux, sur ces chauves-souris. Il est supposé que cette variation occasionnelle de régime alimentaire s'inscrit dans un comportement opportuniste en réponse à l'activité crépusculaire des murins. Par ailleurs, compte tenu du succès des attaques observées durant la soirée, cette prise de risques de la part des chiroptères pourrait sembler à court terme délétère pour la population concernée.



© Rémi TURBAN

Figure 1.

Les gorges de la Jonte depuis le bord du Causse Méjean, l'un des paysages typiques des Grands Causses.

Contexte

Les Grands Causses forment un ensemble de hauts plateaux calcaires cisailés par de profondes gorges, situés au sud du Massif central (**Figure 1**). Ils regroupent un incroyable panel de paysages et d'écosystèmes dans lesquels s'exprime une diversité biologique tout aussi impressionnante, teintée d'influences tant montagnardes que méditerranéennes.

La Dourbie prend sa source dans les Cévennes et s'écoule vers l'ouest, jusqu'à rejoindre le Tarn, à Millau. Sur sa route, elle serpente entre les causses et scinde, entre autres, le Causse noir et le Causse du Larzac, à partir de Cantobre (Aveyron), petit village médiéval perché (**Figure 2**). Sur ce tronçon, la Dourbie est assez largement épargnée des perturbations humaines et notamment touristiques, à l'inverse des gorges du Tarn ou de la Jonte, où l'attrait pour les activités nautiques est plus marqué.

Les gorges de la Dourbie forment ainsi un refuge pour de nombreuses espèces

sensibles, dont le Castor d'Eurasie (*Castor fiber*) et la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), qu'il est possible d'observer au crépuscule. C'est dans cette optique que je me retrouve, le 5 mai 2024, sur une rive, en attente des curiosités vespérales.



© Rémi TURBAN

Figure 2.

La Dourbie aux abords de Cantobre.

Observations

En dehors des mammifères semi-aquatiques, tenant compte du milieu et des bonnes conditions météorologiques, il était aussi à prévoir une belle activité chiroptérologique.

La soirée, puis la nuit, ont en effet vu défiler de nombreuses espèces, dont les Pipistrelles commune (*Pipistrellus pipistrellus*), pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) et de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*), la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), ou encore le Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*). Toutefois, c'est le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) qui s'est fait le plus remarquer par sa présence.

Quelques minutes avant le coucher du soleil, alors que la luminosité restait encore forte, un premier individu commençait à survoler la Dourbie. Celui-ci respectait scrupuleusement les limites de l'ombrage que procurait la ripisylve et tournoyait dans un espace de quelques mètres carrés seulement, à l'abri du couvert végétal. Comme il est rare de pouvoir photographier des chauves-souris en vol avec une suffisamment bonne lumière, je profite de cette opportunité (Figure 3).



© Rémi TURBAN

Figure 3. Murin de Daubenton en chasse au ras de l'eau.

Après quelques clichés, et l'œil toujours dans le viseur, une masse claire apparaît de manière fugace dans le cadre. Un réflexe m'amène à réaliser une chanceuse photo. Un épervier d'Europe (*Accipiter nisus*) venait de capturer le murin (Figure 4).



© Rémi TURBAN

Figure 4. Capture d'un murin de Daubenton par un épervier d'Europe.

Sous une lumière se tamisant, mais toujours bien présente, plusieurs autres murins gagnent le cours d'eau. Ce rassemblement crépusculaire atteint rapidement la vingtaine d'individus (Figure 5). Le besoin de s'alimenter semble ainsi les entraîner à repousser les limites de leurs habitudes nocturnes, une prise de risque qui s'avèrera rapidement périlleuse pour les chauves-souris.

Au total, et jusqu'à ce que l'obscurité ne soit trop importante, six attaques d'éperviers ont eu lieu sur la zone de chasse des murins. Au moins cinq ont réussi, la sixième étant trop lointaine pour en confirmer le succès. Par ailleurs, au moins trois individus d'éperviers différents y ont pris part, deux mâles et une femelle (observations simultanées).

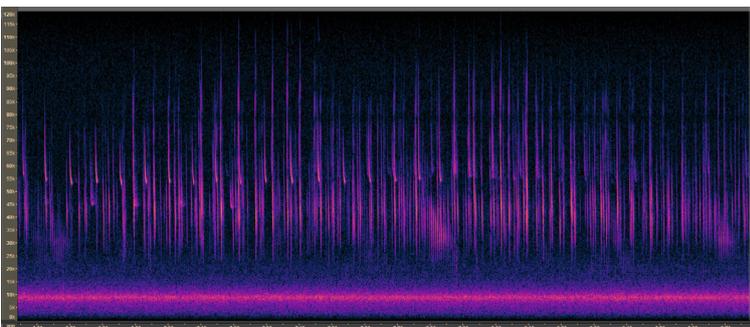


Figure 5. Spectrogramme (temps / fréquence) d'un enregistrement réalisé durant la soirée, illustrant la très forte densité de murins de Daubenton en chasse.

Le déroulement de toutes ces attaques a été semblable. L'épervier apparaît rapidement en sortant du mur végétal formé par la ripisylve, puis capture un murin au terme d'une très courte course poursuite, généralement moins de deux secondes. Celui-ci est consommé une fois le prédateur posé sur une branche, quelques dizaines de mètres plus loin.

Discussion

Parmi les quelques centaines d'espèces de rapaces recensées dans le monde, seule une poignée est connue pour consommer de manière régulière des chauves-souris. Un unique rapace diurne est par ailleurs considéré comme spécialiste dans leur prédation, l'Alcin des chauves-souris (*Machaerhamphus alcinus*), présent en Afrique et en Asie du Sud-Est, et bénéficiant d'adaptations évolutives lui facilitant son comportement alimentaire (JONES, 2012). D'autres espèces, à l'image du Faucon des chauves-souris (*Falco ruficularis*), intègrent dans leur régime alimentaire une proportion importante de chiroptères, sans que celle-ci ne soit dominante (SEIJAS, 1996).

Des cas de prédation sont toutefois constatés chez de nombreuses espèces

de rapaces diurnes (au moins un cas connu chez 42 % des espèces, selon MIKULA, 2016). Ceux-ci relèvent majoritairement de pratiques occasionnelles, assimilées à des comportements opportunistes.

L'Épervier d'Europe est un spécialiste de la chasse aviaire et sa prédation sur les chiroptères semble très occasionnelle. ZAWADZKA (2001) ou encore NEWTON & MARQUISS (1982) indiquent notamment que les mammifères représenteraient moins de 3 % des proies consommées. Néanmoins, TURABI et al. (2016), au Pakistan, relatent une proportion de 6,8 % de chauves-souris consommées à partir d'analyses de pelotes d'éperviers (63 restes sur 920, les oiseaux étant représentés par 449 restes).

Si la prédation de l'Épervier d'Europe sur les chiroptères semble ainsi ne pas être totalement inhabituelle, la récurrence des attaques observées durant cette soirée pourrait témoigner d'une spécialisation ponctuelle assez singulière. Celle-ci serait rendue possible par un comportement local des murins, tout aussi particulier. En effet, le Murin de Daubenton, comme la plupart des espèces européennes du genre *Myotis*, possède des mœurs ordinairement nocturnes et peu crépusculaires (ENCARNAÇÃO et al., 2006 ; ENCARNAÇÃO & BECKER, 2023). Compte tenu du taux de réussite des captures et de la faible dépense énergétique réalisée par ces éperviers, cette spécialisation opportuniste apparaît très rentable.

La vie nocturne des chiroptères est connue comme étant une adaptation fortement liée à l'évitement des prédateurs et notamment des oiseaux (SPEAKMAN, 1995). Cet « écart comportemental » observé chez ce groupe de murins est ainsi un pari risqué. Bien que complexe à prédire, avec un minimum de cinq captures au cours de la soirée sur une vingtaine de proies potentielles, la balance bénéfices / risques

tend néanmoins vers une finalité néfaste envers les chiroptères, que cela soit à l'échelle de l'individu ou de la population concernée. D'autant que la présence de trois individus d'Épervier, à l'affût au bon moment et au bon endroit, laisse suspecter une antériorité de ce comportement d'au moins quelques soirées, le temps de créer une routine de prédation copiée par des congénères.

Cette activité de chasse crépusculaire précoce, observée chez ces individus de Murin de Daubenton, pourrait résulter de la conjonction de deux contraintes : l'une saisonnière (besoin alimentaire accru en cette période de début de gestation) et l'autre ponctuelle (météo printanière fraîche et pluvieuse limitant l'accès aux ressources en insectes). En effet, les relevés météorologiques pour le département de l'Aveyron (<https://prevision-meteo.ch/climat/mensuel/rodez>) indiquent une deuxième quinzaine d'avril 2024 avec des températures variant entre -3 et -7 °C par rapport aux valeurs moyennes, et 45 mm de pluie durant la décade précédant la date de l'observation ; autant de conditions pouvant pousser les chiroptères à exploiter plus largement le pic d'activité crépusculaire de nombreux insectes.

De tels actes de prédation ont déjà pu être rapportés chez d'autres rapaces et d'autres chauves-souris. C'est notamment le cas d'un faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) avec des pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistrellus*) quittant en grand nombre leur gîte de manière précoce dans la soirée (NEGRO *et al.*, 1992). De même, à Porto Rico, un couple de Faucon émerillon (*Falco columbarius*) a pu être suivi durant leur hivernage, pendant deux années consécutives, en chasse sur une importante colonie de chauves-souris à moustaches fuligineuses (*Pteronotus quadridens*), (RODRÍGUEZ-DURÁN & LEWIS,

1985).

La récurrence locale et saisonnière de ces comportements, tant chez l'Épervier d'Europe que chez le Murin de Daubenton, n'est pas attestée. Cet évènement, qu'il soit régulier ou occasionnel, met toutefois en lumière deux phénomènes :

- l'émergence locale (bien qu'il ne s'agisse probablement pas d'un cas isolé) d'une variation comportementale chez le Murin de Daubenton, dont le résultat semble à priori délétère sur la pérennité - fitness - de la population concernée ;
- la plasticité alimentaire opportuniste de l'Épervier d'Europe, ici largement profitable, elle-même induite par la variation comportementale des chauves-souris.

Remerciements

Je remercie Michael Leroy, pour sa relecture du manuscrit.

Merci à Michel Barataud pour les informations concernant l'écologie comportementale du Murin de Daubenton.

Bibliographie

ENCARNAÇÃO J.A., KIERDORF U., WOLTERS V., LIEBIG J. (2006). Seasonal variation in nocturnal activity of male Daubenton's bats, *Myotis daubentonii* (Chiroptera : Vespertilionidae). *Folia Zoologica* 55: 237-246.

ENCARNAÇÃO J.A., BECKER N.I. (2023). Daubenton's Bat *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817). In : Russo, D. (eds) *Chiroptera. Handbook of the Mammals of Europe*. Springer, Cham.

JONES L.R., BLACK H.L., WHITE C.M. (2012). Evidence for Convergent Evolution in Gape Morphology of the Bat Hawk (*Macheiramphus alcinus*) with Swifts, Swallows, and Goatsuckers. *Biotropica* 44: 386-393.

MIKULA P., MORELLI F., LUČAN R.K., JONES D.N., TRYJANOWSKI P. (2016). Predation of bats by diurnal birds. *Mammal Review* 46: 160-174.

NEGRO J.J., IBÁÑEZ C., PÉREZ JORDÁ J.L., DELARIVA M.J. (1992). Winter predation by Common Kestrel *Falco tinnunculus* on Pipistrelle Bats *Pipistrellus pipistrellus* in Southern Spain. *Bird Study* 39(3): 195-199.

NEWTON I., MARQUISS M. (1982). Food, predation and breeding season in Sparrowhawks (*Accipiter nisus*). *Journal of Zoology* 197(2): 221-240.

RODRÍGUEZ-DURÁN A., LEWIS A.R. (1985). Seasonal Predation by Merlins on Sooty Mustached Bats in Western Puerto Rico. *Biotropica* 17(1): 71-74.

SEIJAS A. (1996). Feeding of the bat falcon (*Falco ruficularis*) in an urban environment. *Journal of Raptor Research* 30: 33-35.

SPEAKMAN J. (1995). Chiropteran nocturnality. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 67.

TURABI T., ASHRAF I., AHMAD I., RUBY T., RAFAY M., ABDULLAH M., SIDDIQA N., NAWAZ S., AKHTAR S. (2016). Comparison of Diet Analysis of Eurasian Sparrowhawk, *Accipiter nisus* and Black Kite, *Milvus migrans* (Accipitridae : Accipitriformes) from Southern Punjab, Pakistan. *Pakistan journal of zoology* 48: 789-794.

ZAWADZKA D., ZAWADZKI J. (2001). Breeding populations and diets of the Sparrowhawk *Accipiter nisus* and the Hobby *Falco subbuteo* in Wigry National Park (NE Poland). *Acta Ornithol.* 36: 25-31.

Pour citer cet article :

TURBAN, R. 2024.

Prédation crépusculaire répétée d'éperviers d'Europe (*Accipiter nisus*) sur des murins de Daubenton (*Myotis daubentonii*).

Plume de Naturalistes 8 : 231-236.

ISSN 2607-0510

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

PLUME DE NATURALISTES



Moments nature



© Michel Baratand

Une rubrique du recueil annuel **numéro 8**
déc. 2024

SOMMAIRE

Paradis perdus
par Robert Hainard p. 237

Dans la peau d'un Petit murin
par Michel Barataud p. 243

Le pari de l'Oreillard sarde
par Michel Barataud p. 251

Moment suspendu
par Marie Canut p. 255

Circaète-Jean-le-Blanc et Aigle royal : une cohabitation mouvementée
par Jean-Pierre Malafosse p. 257

Qui s'y frotte...
par Jacques Perino p. 265

Anatomie... d'une capture
par Jacques Perino p. 267



© Fondation Hainard, Bernex CH

Or et argent, l'effraie traverse le banc de sable à lents coups d'ailes. Robert Hainard. Gravure sur bois extraite de "Nuits d'hiver au bord du Rhône ; n° 214-36. 1959. Reproduite avec l'aimable autorisation de la Fondation Hainard.

Paradis perdus

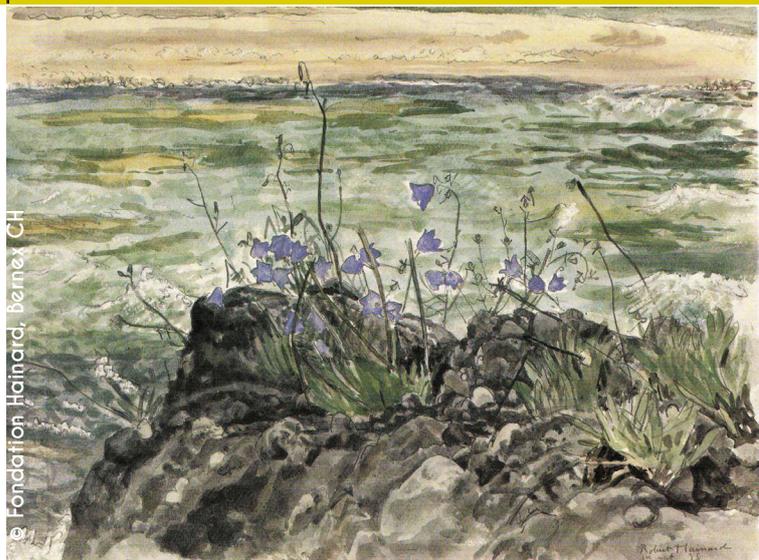
extrait de " *Expansion et nature* " ; pages 125 à 130

Robert HAINARD ; 1972

Robert Hainard (1906 - 1999), est un naturaliste, peintre, sculpteur, graveur sur bois, écrivain et philosophe qui a marqué le XX^e siècle. Son oeuvre est immense et sa pensée toujours vibrante de justesse quelle que soit l'époque.

La revue Plume de naturalistes, avec la complicité amicale de la Fondation Hainard (<https://www.hainard.ch/>), a créé cette rubrique "Moments nature" sous le parrainage prestigieux de Robert Hainard (voir **Moments nature 2021).**

Je ne suis pas bien vieux, mais je suis effrayé de constater combien j'ai vu disparaître de la beauté du monde. Rousseau, parlant de la nature, entendait plutôt ce que j'appelle campagne, c'est-à-dire l'état actuel du compromis entre l'homme et la nature. A son époque, ce compromis pouvait paraître stable, nécessaire, naturel. Les paysans qu'il voyait étaient quasiment les mêmes que ceux de Virgile. Pour nous qui le voyons changer si rapidement et qui, par ailleurs, sommes informés des états antérieurs, comment ne verrions-nous pas dans la campagne l'équilibre instable de deux tendances, la nature et la technique ? Pourquoi ne nous interrogerions-nous pas sur l'évolution de cet équilibre ? Et si elle nous effraie et nous désole, pourquoi ne penserions-nous pas à réagir ?



Campanules. Robert Hainard.

Aquarelle extraite de "Quand le Rhône coulait libre", p. 47 (1979)

Ma vie, par ailleurs si heureuse, pourrait s'intituler « les paradis perdus ». Le vieux naturaliste qui m'a appris à connaître les oiseaux d'eau par le vol et les cris, ne parlait que d'un vaste marais drainé quelques années auparavant et que je n'avais traversé qu'une fois tout gamin, armé d'un arc et de flèches. Un autre de mes initiateurs s'acharnait à la défense d'une réserve (qui existe toujours quoique rognée) sur laquelle planait le souvenir de Grand Marais dont elle était le vestige.

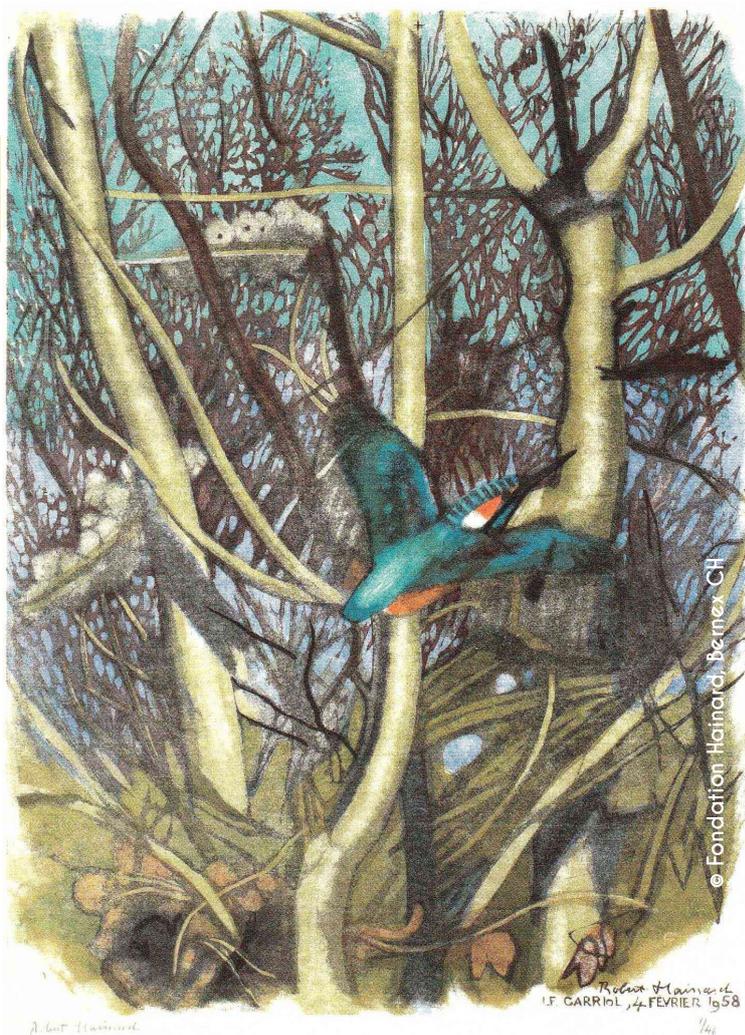
Le Rhône encore libre, sous mon village, j'en ai joui goulûment, désespérément, chaque jour comme pour la dernière fois, car je le savais condamné, et le désastre est venu. J'aurais voulu l'enfermer tout

entier dans mes aquarelles, mes croquis et mes gravures. Rien de plus faux, de plus désespérant, que ce désir d'épuiser le réel. Mais comment se résigner à voir détruire à jamais tant de merveilles ? La boucle du Rhône sous les hautes falaises de Cartigny, la puissance d'un paysage alpestre dans la douceur d'une lumière de plaine. Eau grise d'été, chargée de sable glaciaire, écumant entre les blocs de conglomérat. Une tranche de sable verticale de soixante mètres, rongée au pied par le courant violent, y jetait l'après-midi une ombre tiède et transparente. En amont, près de l'île, on sortait du bois, par le sentier humide, dans l'éclatante lumière. Une fraîcheur venait avec l'odeur

de l'eau. Entre les roseaux fardés de bleu, le gros vert des vernes aux ombres noires et à l'écorce argentée, l'eau luisait, grise, éblouissante, se renflant en bouillonnements lisses au-dessus des rochers invisibles du fond, rebroussée en franges d'écume, tordue en remous spiralés, en cordes, chuchotant de tous ses tourbillons. Les enfants des villages voisins couraient sur le sable, nageaient, s'éclaboussaient, noirs dans le contre-jour violent. Mais un peu à l'écart, dans le bras mort paisible qui détachait l'île boisée du banc de sable et de gravier, une femelle de canard, debout sur une pierre, lissait ses plumes en étalant le miroir violet de son aile. Le martin-pêcheur rayait les feuillages du trait bleu de son vol. Au soir, la poule d'eau traversait, furtive, dans un sillage couleur de couchant.

Au petit matin, tout était gris, l'eau, le sable, les peupliers, les écharpes de brouillard, les roseaux couverts de rosée. Gris aussi les hérons au bout du banc de sable, les pieds dans l'eau, la tête ramenée sur le cou replié, contre le dos rond. Grises, les vastes ailes, lorsqu'en s'envolant ils passaient devant la tache ocrée jetée par le premier rayon de soleil sur la falaise.

Eau d'émeraude de l'hiver, découvrant les cailloux garnis de mousse noire. Petits cris des spioncelles s'élevant d'un vol hésitant. L'émerillon fonce sur eux, ailes repliées, les manque, remonte et trace un paraphe fou devant la falaise où s'accroche un peu de neige. Sur l'eau calme rayée de blanc par le reflet de la rive enneigée, derrière un « trait » de gravier, les canards colverts, les menues sarcelles d'hiver, chinées, mouchetées, une bande verte sur l'œil,



© Fondation Hainard, Bernex CH

Robert Hainard
1.F. GARRIOL, 14.FEVRIER, 1958

Martin-pêcheur. Robert Hainard. Gravure sur bois 36 x 27 cm ; n°294 ; observation et gravure en 1958.

tête rousse, font toilette et s'ébrouent.
Mille coins infiniment précieux. Cette source limpide au pied du talus, parmi les sureaux ombragés du feuillage des chênes. Séparée du Rhône par une bande de roseaux, elle le rejoignait par un ruisseau rempli de cresson qu'on traversait sur de vieux saules penchés. La loutre y avait un trou, et venait manger ses prises à la pointe de la langue de sable. C'est le sentier de la loutre encore, qui contournait le pied d'une sorte de tour de gravier, à l'endroit exact du nouveau pont de Peney. Je m'allongeais sur la falaise tranchée net, pour guetter les soirs d'hiver où la lune se lève loin vers le Nord et passe haut dans le

ciel. Des arbres à moitié déracinés s'avançaient sur le vide et tachaient d'ombre les parois de sable bosselées de galets ronds. Je guettais aussi à la pointe aval de l'île du Nord, assis sur un petit pré, au pied de vieux saules, espérant voir la loutre émerger sur une souche où un chasseur du village l'avait surprise. L'île du Nord, avec son chenal couvert, si mystérieux, au pied de la pente abrupte où les cyclamens fleurissaient dans les galets moussus, sous le taillis épais. Et ce trou de loutre, sous les racines, à l'embouchure du Nant de Lagnon ; et le gros bloc où j'avais surpris de tout près le cormoran au diabolique œil vert, séchant ses ailes héraldiques.



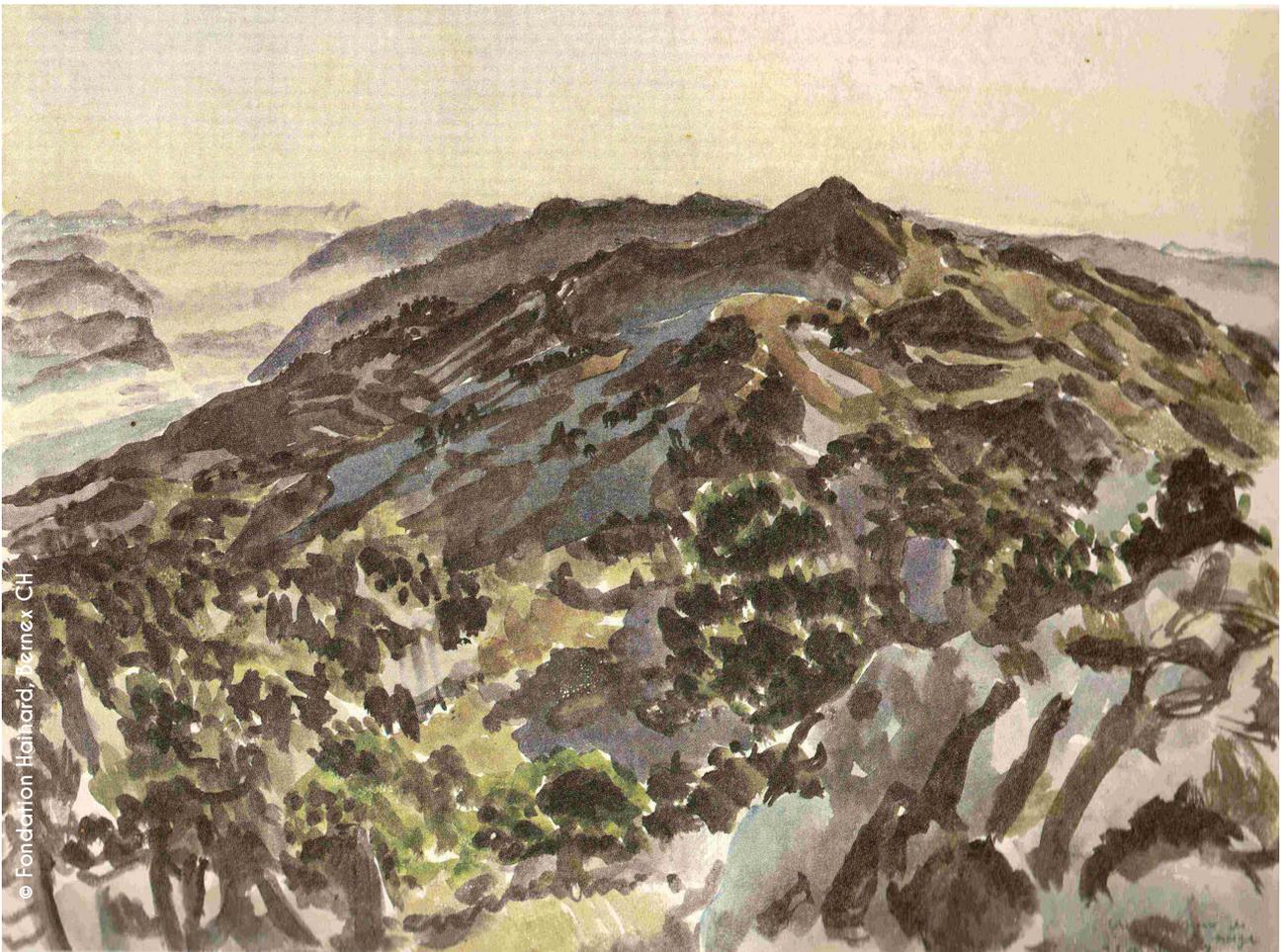
En amont de l'île du nord. Robert Hainard.
Aquarelle extraite de "Quand le Rhône coulait libre", p. 67 (1979)

Dix mille moments, aubes orangées découpant les chênes noirs au-dessus des brouillards gris ; brouillards de novembre traînant sur le taillis mouillé. Après-midi d'hiver où le Rhône bleu, vert et mordoré courait au pied des roseaux d'ocre léger couronnés de panaches gris, devant les bois roux, le Jura bleu et blanc.

L'année où fut attaqué le Rhône, mon père est mort, et je n'ai plus été tout à fait jeune, à cause de ce qui était irrévocablement passé.

Le Jura gessien ! Passés les villages si rustiques allongés à son pied, plus une habitation, seulement de vieux prés entre les châtaigniers. Puis je m'enfonce par les sen-

tiers sous la forêt broussailleuse, dans les dévaloirs pierreux, parfois resserrés entre les rochers couverts de mousse et de langues de cerf, jusqu'à la forêt épaisse des hauts sapins aux troncs argentés, jusqu'aux vieux arbres tordus des épaules de la montagne, jusqu'aux derniers foyards rasés par la tourmente d'hiver et aux buissons d'alisiers. Jusqu'aux croupes d'herbe rase et de cailloux, aux crêtes venteuses d'où la vue s'étend sur l'étagement des chaînes sombres vers la plaine lointaine. Combien de fois m'y suis-je engagé pour trois, quatre jours sans rencontrer un homme ou bien parfois quelques bûcherons ou un berger de moutons ? J'y ai poursuivi, guet-



© Fondation Hainard, Bernex CH

Le Reculet en automne de la vallée de la mort (Crêt-de-la-neige). Robert Hainard. Aquarelle extraite de "Images du Jura sauvage", p. 120 (1983)

té les sangliers, surpris la martre dans les branches, suivi la trace du chat sauvage, épié les rapaces, le grand pic noir, la gelinotte. En ai-je passé des nuits, sur le noir terreau de la forêt ou sur la neige, abrité de la pluie par une roche surplombante, à écouter les pas dans les feuilles, l'aboïement du chevreuil, les cris des chouettes. Par-dessus la grande plaine, le jour se lève derrière les dentelures bleues des Alpes. Le lac luit comme du cuivre poli au soleil levant d'été, la lune d'hiver brille au-dessus de la solitude de la mer de brouillard que percent les bruits confus de la civilisation. D'autres nuits, mille lumières parsèment la plaine habitée et l'une est celle de ma maison. Mais ici, je suis seul dans le grand vent, les espaces immenses, avec les bêtes sauvages.

En imprimant mes gravures, je lève l'œil de ma presse. Le calme Jura est là, ses forêts bleu mat sous son dos de neige blanche, ou d'un velours épais en dessous des prés qui verdissent avec les pluies de printemps, brunissent avec la sécheresse d'été, roussissent des gelées d'automne.

Crêté d'éclatants nuages, balayé d'averses grises. Derrière lui s'élèvent les voiles troubles d'un changement de temps, les lourds nuages de pluie, les grandes déchirures bleues des éclaircies. C'est notre Olympe. Et lorsqu'il est un mur violet, tout plat dans le poudroiement laissé par le soleil couchant, une immense nostalgie heureuse gonfle le cœur.

Je reconnais chacun des ravins que modèle le soleil matinal, que dessine la neige, chaque affleurement de roche. Hélas, maintenant, lorsque mon regard quittant le travail minutieux, s'y repose, il suit les plaies des routes qui gagnent lentement ses flancs. Je sais ce qu'elles apportent : la forêt banalisée, les grands arbres débités, le gibier rare, les guinguettes et les baraques de week-end. Les jonquilles, denses comme pissenlits, mûrissant leur graine sans autre risque que le boutoir du sanglier, seront peut-être ramassées, dès qu'elles pointent, par une foule rapace, comme à la Plaine aux Rocailles. Les parterres de perce neiges des ravins disparaîtront. Déjà, des braillards tombés là de leur milieu abrutissant, s'y étourdissent de bruit pour ne pas écouter.

Ce n'est nullement de partager mon domaine sauvage qui me chagrine, mais pourquoi faut-il que l'homme soit toujours la ruine de la nature dans sa grandeur et sa noblesse ?

Quel orgueil, quelle exaltation avons-nous tirées de la vierge grandeur des Alpes ? C'était un culte avec ses élans vrais et ses phrases creuses, ses monuments sacrés et sa bondieuserie, un fond poétique à notre vie. En une demi-vie d'homme, les beaux torrents blancs, les cascades, toute



© Fondation Hainard, Bernex CH

Gélinotte. Robert Hainard. Gravure sur bois 28 x 36 cm ; n° 148 ; observation et gravure en 1948.

cette puissante vie de la matière qui a fait l'admiration respectueuse de générations aura disparu des Alpes violées jusqu'aux glaciers. Et ce n'est qu'un début ! Tout doit être utilisé, car il ne s'agit pas de sacrifices limités à des nécessités inéluctables, mais d'un système qui crée ses propres nécessités, qui est son propre but et qui s'étend, implacable.

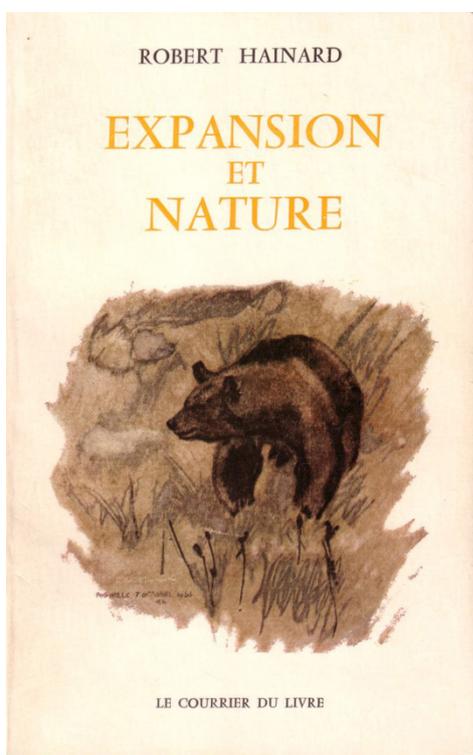
Je pourrais parler de bien d'autres lieux, bois, rivières, de tel coin buissonneux près de chez moi, de tel arbre ou de la vaste Camargue au ciel plein d'oiseaux, lentement rognée et toujours menacée d'anéantissement radical.

Je pense aux gorges de la Tara, en Crna Gora, aux pins géants dessinant les assises du rocher, à la rivière limpide et verte dans les feuillages frais, aux sources qui bouillonnent au pied de la falaise. Je me souviens de tel paysage de Bosnie, tout ruisselant de sources (on a oublié ce que c'est chez nous où tout est capté depuis longtemps) si plein de coucous que leurs chants mêlés sonnaient comme des cloches. Une fraîcheur de naissance du monde. Il est encore des paysages para-

disiaques. Mais ils sont un anachronisme, un accident, un retard. Ce sont, n'est-ce pas, des pays « sous-développés » ! Des régimes politiques anachroniques s'y sont longtemps maintenus, il serait aussi inhumain qu'imprudent de s'en réjouir, car cela se rattrapera ! Je connais deux pays (l'un par sa propagande, l'autre de près) où la foi au Progrès technique est demeurée intacte : l'U.R.S.S. et le Valais. Et cela sans doute, parce que tous deux sortent d'un état primitif longuement préservé.

Je m'empresse d'ajouter que mon schéma selon lequel l'appétit de nature va de pair avec la privation, ne s'applique pas toujours. En Yougoslavie, en Pologne, et sans doute ailleurs, le sens de la nature est très profond, on y préserve l'ours, le lynx et des forêts vierges. Cela n'empêche que le problème n'y est pas posé dans son ampleur et dans sa rigueur, et que le Progrès y est en marche comme partout.

La Terre entière doit-elle devenir pour l'homme un paradis perdu ? L'homme ne s'éveillera-t-il de sa marche de somnambule, de sa poursuite hallucinée d'un bonheur fantôme que dans un monde de béton et de fil de fer ?



Remerciements

Ce texte est extrait du livre (épuisé) : Robert Hainard. 1972. *Expansion et nature. Une morale à la mesure de notre puissance*. Le courrier du livre. Paris. 188 p.

Merci à la Fondation Hainard

(<https://www.hainard.ch/>)

et à Marie Pflug Hainard pour leur aimable autorisation.

Dans la peau d'un Petit murin

Par Michel BARATAUD

« Ecouter aux portes » des chiroptères

La méthode d'identification acoustique des chauves-souris nommée « **écologie acoustique** », devient de plus en plus familière pour les chiroptérologues d'Europe et plus particulièrement de France, car c'est dans ce pays qu'a débuté le programme de recherches en 1988. Sa diffusion doit beaucoup aux échanges directs entre les utilisateurs, notamment grâce aux nombreuses formations acoustiques délivrées depuis 1995.

Ces stages, organisés selon une progression pédagogique nécessaire à l'apprentissage de cette discipline complexe, mettent au cœur de leurs contenus le message qui est l'âme de la méthode : c'est en

décodant le comportement de l'individu, grâce aux critères croisés de rythmique, de structure, de durée et de fréquences des signaux tout au long d'une séquence, que l'on donne de la robustesse à l'identification de son espèce. « *Devine ce que je fais et tu sauras qui je suis* ».

Beaucoup de débutants, formatés par leurs cursus scolaires et le raisonnement dominant soumis à la souveraineté des chiffres, négligent ce principe fondamental, qui n'est instinctif qu'en apparence car il repose sur des connaissances reliées et un raisonnement méthodique. Le réflexe du recours exclusif aux valeurs chiffrées, d'apparence sécurisantes, se maintient jusqu'au moment d'une révélation, souvent lors d'un stage niveau 3 concernant les cas complexes, lorsqu'une séquence particulièrement mystérieuse ne s'éclaire que grâce à l'analyse du comportement. Les mesures mènent à l'impasse. On écoute alors attentivement la logique de la séquence et des signaux qui la composent, et l'on tente de raisonner en fonction de ce que les études sur le sonar nous ont apprises des informations collectées par un chiroptère en vol. Une fenêtre s'ouvre.

C'est alors gagné : le message ne sera plus oublié... C'est parce que j'ai compris ce que la chauve-souris était en train de chercher, quelle était la structure de son environnement de vol, que je peux déduire qu'il s'agit bien de cette espèce précise parmi plusieurs possibles.



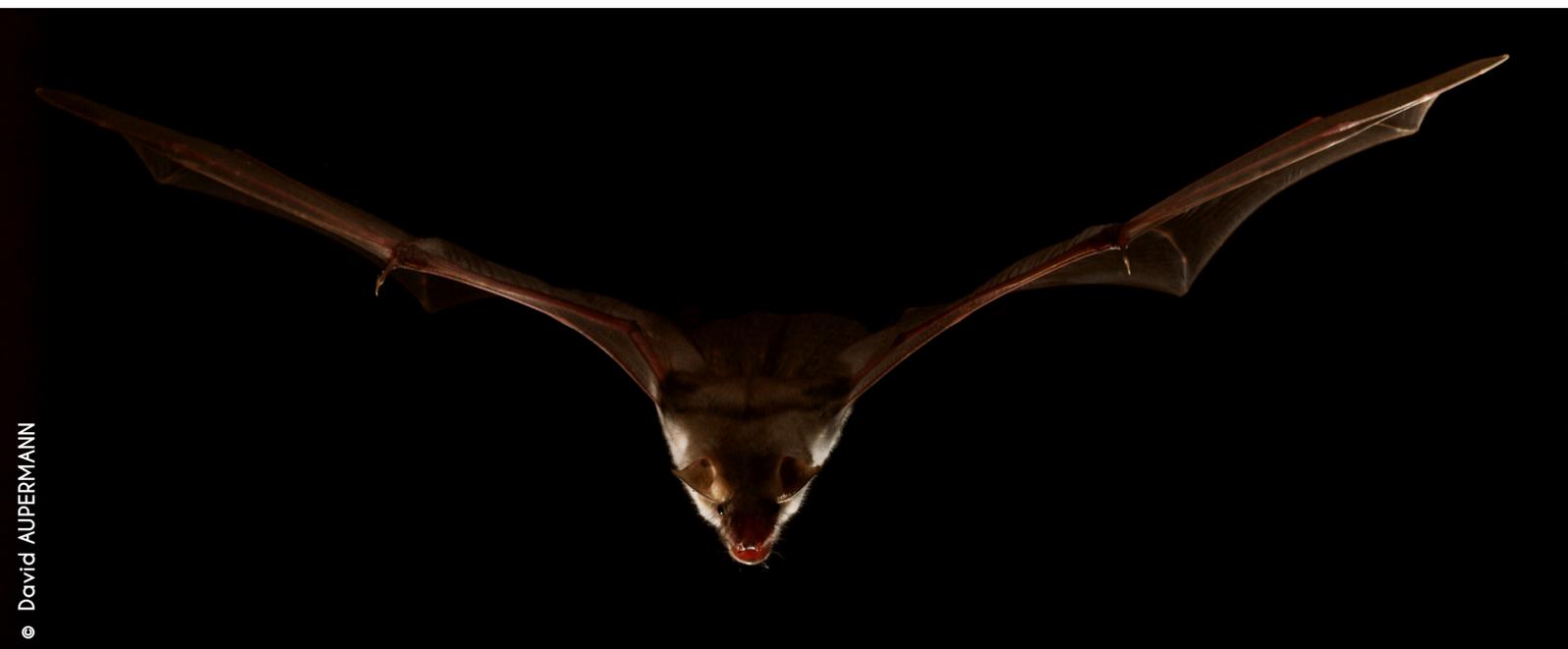
Se glisser sous la peau de la bête ; le rêve du naturaliste... Mais si cela est déjà compliqué même pour des mammifères proches de nous phylogénétiquement (les autres primates) ou affectivement (les chiens et chats), que dire des chauves-souris ! Petites, nocturnes, volantes, elles utilisent une porte de perception sensorielle du monde tellement différente de la nôtre qu'elles en deviennent des aliens absolus.

Le peu que nous connaissons du fonctionnement de leur système sonar, de manière théorique grâce aux études en laboratoire, mais aussi empirique depuis la naissance de cette méthode d'écologie acoustique, permet de se risquer à cet exercice : plonger en piqué sur un papillon de nuit avec la Noctule de Leisler, se faufiler dans le feuillage avec un Murin de bechstein, etc. C'est efficace dans notre problématique d'identification ; c'est jubilatoire sur un plan intellectuel et émotionnel.

C'est un voyage aveugle, qui peut sembler virtuel tant nous sommes habitués à observer avec nos yeux. Il n'est pas impératif (même si cela gagne en puissance d'interprétation) d'avoir été présent sur le terrain pour effectuer l'enregistrement, car le contexte peut être reconstitué... Ce

prodige est possible grâce aux nombreux enseignements de centaines d'heures passées sur le terrain à suivre des animaux marqués avec des capsules lumineuses, qui ont permis d'établir des liens constants entre tels signaux sonar d'une part, et tel comportement et tel milieu de vol d'autre part. C'est cette connaissance, explorée durant la longue phase de recherche entre 1988 et 2012 principalement, que la méthode tente de transmettre à tous.

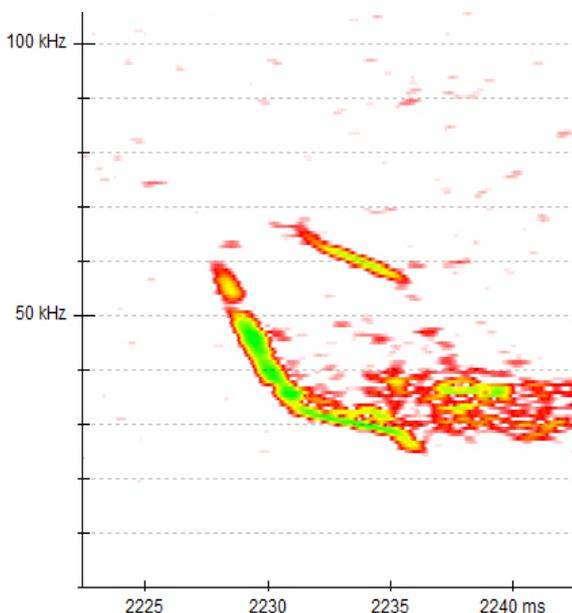
Ainsi il n'y a rien de virtuel dans la démarche : nous rentrons en connexion avec un animal directement par la voie de nos sens ; le détecteur d'ultrasons se présente comme un intermédiaire technologique au même titre qu'une paire de jumelles, la différence étant son caractère indispensable. La synesthésie fait le reste : de la même façon que nous visualisons intérieurement un oiseau juste entendu (grâce à la mémorisation ancienne d'images et de sons associés), les chiroptères peuvent désormais rentrer dans ce cortège de sensations. Tout un monde auparavant inaccessible qui s'ouvre à nos oreilles, stimulant aussi les régions du cerveau responsables de la vision pour générer des images selon un référentiel mémorisé.



Une séquence particulière parmi des dizaines de milliers

Lors d'une des nombreuses séances d'analyse sur d'énormes lots d'enregistrements en provenance de la forêt de Buschbell (près de Cologne) en Allemagne – un lieu où je n'ai jamais mis les pieds : les enregistrements ont été réalisés par une collègue et amie, Tanja Kessels – s'est opéré une des rencontres qui font la joie d'un bioacousticien. Une séquence sonore où l'enjeu n'est pas tant dans l'identification de l'espèce (ce sera fait au bout de quelques signaux), mais dans le jeu de piste qui permet de savoir ce que faisait l'individu à ce moment précis. Cet exercice de « bat detective », au-delà de l'aspect ludique, nous en apprend toujours beaucoup sur le milieu, l'écologie de l'espèce, et notre propre aptitude à se glisser sous la peau de l'animal.

Nous allons donc accompagner ensemble ces quelques secondes d'action nocturne en forêt. **Téléchargez le fichier son.** Prenez des écouteurs d'oreilles pour ne rien manquer des détails ; pour ceux qui le peuvent, visualiser en même temps les spectrogrammes des signaux sur un logiciel adapté. Bon voyage à bord d'une chauve-souris en vol !



A l'écoute de la séquence en expansion de temps par 10

Dès les premiers signaux, une oreille entraînée identifie leur structure et leur timbre : il s'agit d'une FM (fréquence modulée) abrupte au timbre sifflé. La FME (fréquence du maximum d'énergie) est loin de la FT (fréquence terminale) et le rythme de croisière assez lent et régulier : ceci élimine les espèces du genre *Sérotine* ou *Noctule* qui ne font de la FM qu'en phase d'approche d'obstacles. Il s'agit donc bien du genre *Murin* (*Myotis*).

Toujours à l'oreille sur les premiers signaux, on sent que la FME est assez basse, environ 40 kHz, et la durée plutôt longue (5-6 millisecondes) ; il n'y a aucun pic d'énergie au début (amorce explosive) ou à la fin du signal (claquement final) et la FT est entre 23 et 30 kHz : le type acoustique est donc abs moy (absence moyenne). Tout cela ne laisse pas d'autre choix que le groupe des deux grands *Myotis* (le Grand et le Petit murins *Myotis myotis-blythii*) et les Murins de Natterer *M. nattereri* et de Bechstein *M. bechsteinii*.

A l'examen visuel sur spectrogramme, la forme sigmoïde des signaux (avec une double courbure, concave puis convexe), indique un horizon de curiosité de plusieurs mètres pour une espèce de Murin qui chasse ses proies en poursuite, parfois moins pour une petite espèce glaneuse capable d'un vol lent et manœuvrable. La pente plus faible entre les deux courbures augmente la portée du signal, ceci d'autant plus que cette partie est d'une durée longue et d'une bande de fréquences étroite. Le signal à 1280 ms, de plus de 8 ms de durée, montre une FM terminale à très faible largeur de bande et une courbure concave anguleuse quasiment alignée en fréquence sur la courbure convexe, vers 30-31 kHz : ces caractéristiques ne retiennent que *M. myotis-blythii* ; ainsi

au neuvième signal seulement, le taxon est identifié au niveau du complexe (les deux espèces de grands *Myotis* sont très proches anatomiquement et acoustiquement). Un peu plus loin, les trois signaux à partir de 1515 ms montrent une ondulation caractéristique qui se superpose à la forme sigmoïde, ce qui conforte notre identification. Le signal à 1623 ms reste en abs moy malgré une durée de près de 10 ms, et les suivants feront tous plus de 9 ms : ces longs signaux (> 7 ms) en abs moy sont la caractéristique - exclusive selon mes résultats - de *M. blythii*.

Dilemme : le Petit murin est encore inconnu dans cette zone géographique ! Cette espèce méridionale et orientale en Eurasie n'est notée à l'heure actuelle qu'à 400 km au sud (frontière suisse, Jura français) ou à l'est (République Tchèque).

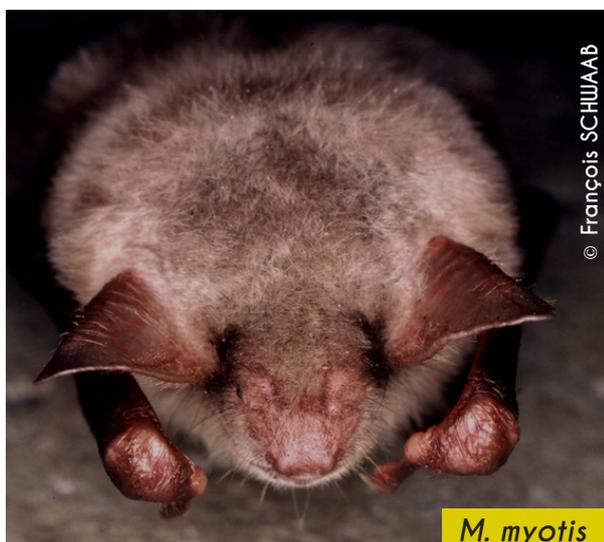
Mais les tendances climatiques en cours pourraient favoriser son expansion ; par ailleurs, sa ressemblance morphologique avec le Grand murin, ajoutée aux habitudes des chiroptérologues (persuadés de ne pas avoir cette espèce en Allemagne), font que peut-être personne n'a encore pensé à chercher dans les gîtes de cette zone des grands *Myotis* avec une petite tache claire sur le front ? Les données acoustiques certaines de Grand murin sont très nombreuses à Buschbell durant toute la saison de chasse de mars à début dé-

cembre ; il existe donc une population locale installée. Si quelques individus de Petit murin, pionniers ou égarés, se glissent dans leurs groupes en gîtes (comme je l'ai déjà observé au nord du Limousin), il faut aux observateurs des qualités d'anticipation pour déclencher la bonne image de recherche, afin de les repérer. Voilà donc un défi intéressant à relever.

Autre hypothèse : dans les zones géographiques où le Grand murin n'est jamais en contact avec le Petit murin, il est possible que son répertoire de signaux sonar s'étende et déborde sur celui du Petit murin : un phénomène de compétition de niche acoustique déjà constaté chez les Pipistrelles européennes...

Dans tous les cas la réponse serait donc passionnante.

Mais cette question de l'espèce au sein du complexe Grand et Petit murins est sans conséquence sur le but de notre exercice. Nous n'en sommes qu'au quart de la durée de cette séquence de 6,5 secondes, et avons déjà identifié le taxon, ce qui n'est pas si mal. Nous pouvons maintenant nous intéresser à l'autre question : que fait donc cet individu de Petit murin en forêt de Buschbell, un 18 octobre 2020 à 20h49 sur la station 1122, une hêtraie mélangée (avec quelques chênes et pins) au sol dégagé ? La suite de la séquence va nous mettre sur une piste exaltante.

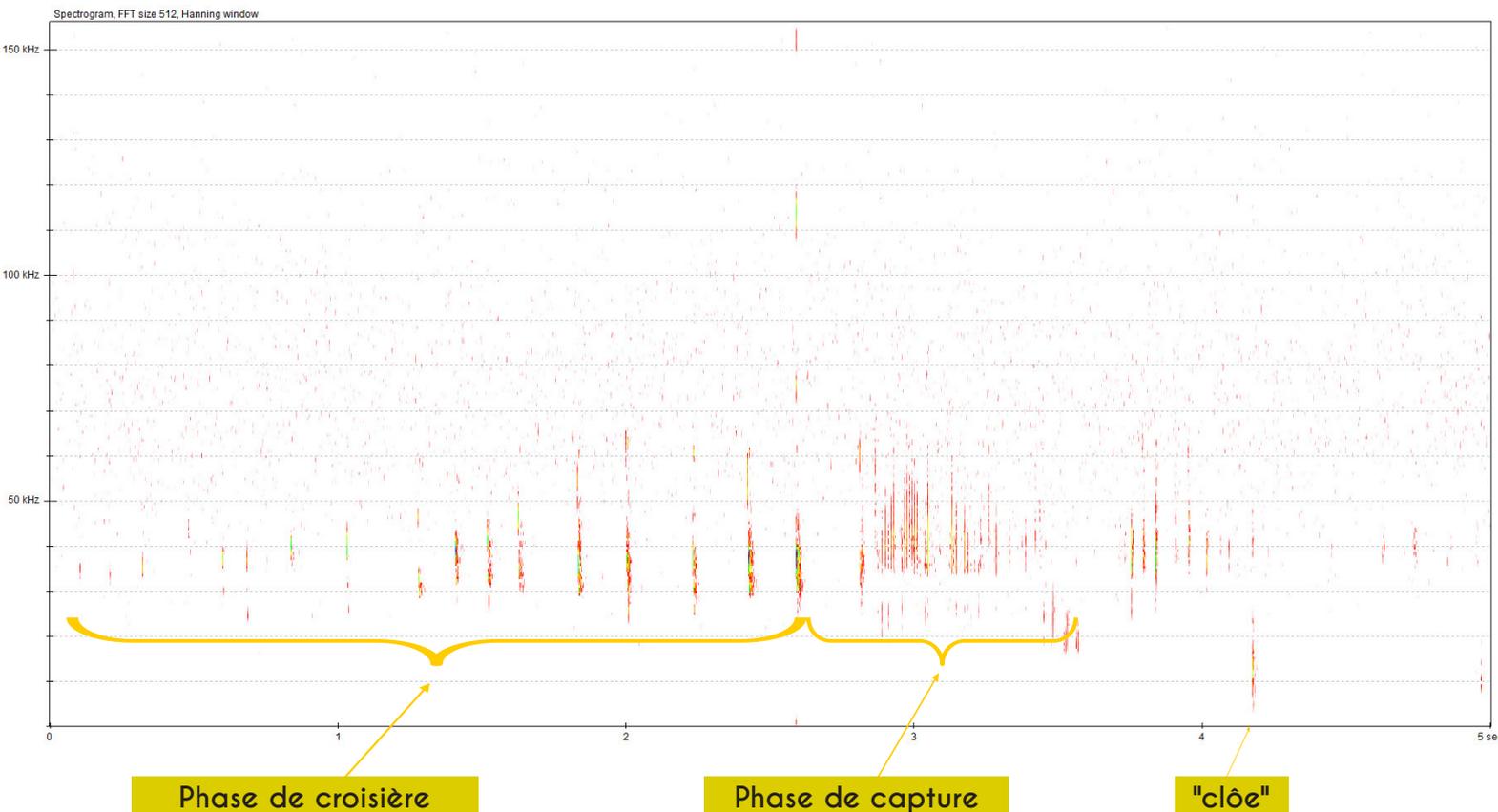


La chauve-souris est donc en phase de croisière durant les 17 premiers signaux, jusqu'à 2,6 s. Les signaux sont de durée moyenne à longue (6 à 10 ms) et le rythme, avec des intervalles irréguliers de 100 à 200 ms environ, indique un milieu de vol plutôt ouvert au sein de cette futaie régulière ; la bonne qualité de restitution des signaux (notamment ceux de l'approche à venir, d'une intensité faible car très courts) captés par le microphone positionné à un mètre de haut, indique une faible hauteur de vol. Ce comportement de prospection entre 1 et 2 mètres au-dessus du sol en louvoyant entre les obstacles est classique chez cette espèce qui repère souvent ses proies par écoute passive (de leur marche sur le sol, de leurs stridulations ou de leur battement d'ailes).

Mais on entend qu'à partir du 15^e signal (après 2,3 s), il se passe quelque chose. Au paravant la FME était basse (vers 30 kHz) et assez bien répartie, mais les signaux n° 16 et 17, à 2420 et 2590 ms, montent en intensité, et en FME qui se trouve plus concentrée entre 35 et 40 kHz : l'animal

a repéré quelque chose qui l'intéresse et il recherche une meilleure qualité d'information en directivité (azimut) ; la durée des signaux reste vers 9 ms, indiquant que la cible n'est pas toute proche. La bascule se produit avec le signal n° 18 à 2810 ms : la durée n'est plus que de 5,6 ms, la LB (largeur de bande) augmente de 17 kHz (d'où une meilleure appréciation de la distance) notamment en abaissant la FT de 7 kHz (d'où une amélioration de la résolution angulaire pour « pixelliser » l'image acoustique).

Puis tout s'enchaîne : le signal suivant à 2865 ms devient linéaire et ne fait plus que 2,8 ms, indiquant une forte curiosité à courte distance ; le rythme s'accélère brutalement en une très courte phase d'approche qui se transforme de suite en longue phase de capture, très longue même : pas moins de 72 signaux sur 720 ms ! Deux courtes « respirations » vers 3100 et 3240 ms indiquent une poursuite complexe, mouvementée : la proie ne se laisse pas faire... Il s'agit sûrement d'un papillon tympané (la plupart des lépidop-



tères nocturnes le sont), capable d'entendre les signaux sonar du prédateur et de déclencher une fuite en zig-zag ou une chute en vrille lorsque l'intensité et la récurrence croissantes indiquent une poursuite. Voilà sans doute pourquoi la phase d'approche était si courte : c'est elle qui déclenche le plus efficacement la réaction de fuite chez un papillon, aussi leurs prédateurs doivent la remplacer par une écoute passive des battements d'ailes de l'insecte pour le localiser avec précision ; autrement dit, le Petit murin, qui n'est pourtant qu'un prédateur très occasionnel d'imagos de lépidoptères nocturnes, pourrait avoir non seulement identifié sa proie avant l'approche, mais aussi appliqué une stratégie digne d'un prédateur spécialisé sur ce type de proies (comme la Barbastelle, le Minioptère de Schreibers ou le Molosse de Cestoni). Surprenant...

Si la tentative est manifeste, la capture a-t-elle eu lieu ?

A écouter la suite, il est probable que non. Entre 3600 et 4200 ms, on entend 3 phases de récurrence. Une première décroissante, qui indique le comportement classique de ressource après tentative de capture : l'animal, focalisé durant la phase de poursuite par une cible « au bout de son nez », sonde devant lui pour apprécier sa position par rapport aux obstacles situés sur sa trajectoire ; une reprise de contact avec l'environnement de vol qui s'exprime généralement par une décélération du rythme ; mais les signaux de cette courte phase présentent un claquement final, qui indique que le murin sonde à cet instant précis une surface proche : sol ou mur de feuillage. La seconde phase, de cinq signaux environ, a un rythme régulier ; la durée s'allonge un peu mais reste courte et un léger claquement final reste audible : l'animal continue à sonder activement une surface. Enfin s'ensuit une nouvelle phase d'approche, clôturée par un bruit très caractéristique vers 4180 ms,



© Tanja KESSELS

un « clôe » que l'on repère souvent sur les enregistrements au bord de l'eau, qui signifie qu'une chauve-souris a crevé la surface de l'eau pour s'abreuver.

Mais point d'abreuvement ici : ce qui précède nous a clairement fait entendre une poursuite de proie. Alors ? Qu'est-ce qui amène ce petit murin à toucher la surface de l'eau ? De quelle surface d'eau s'agit-il ? Nous sommes en futaie, avec aucune mare permanente proche du microphone ! Raisonnons par étapes. D'abord, le « clôe » enregistré est suffisamment de bonne qualité sonore pour évacuer toute autre possibilité qu'une surface d'eau. Ensuite, il est parfaitement synchronisé avec la fin de la phase d'approche : la probabilité est très forte qu'il en soit la conséquence. Le scénario le plus probable par sa cohérence avec les éléments sonores et sa parcimonie dans l'interprétation, est que la proie – sûrement un papillon de nuit donc – poursuivie n'a pas été capturée de suite ; la poursuite a dû avoir lieu près du sol et en voulant s'échapper elle s'est échouée à la surface d'une flaqué d'eau temporaire (la forêt de Buschbell est une forêt de plaine fréquemment inondée en période de pluies) ; le prédateur a dû

alors opérer une rapide volte face près du sol (d'où la série en claquement final après la courte phase de ressource) pour revenir gaffer - sans doute avec les pieds - sa proie se débattant sur la surface liquide.

La suite est plus classique : après un intervalle de silence assez long de 250 ms (pouvant correspondre à une consommation de la proie en vol circulaire, qui est un comportement habituel de l'espèce), puis quatre signaux courts à rythme assez lent (la chauve-souris reprend une trajectoire de recherche), démarre à 4989 ms une courte phase d'approche suivie de signaux hautes fréquences avec un rythme lent, comportement typique des grands *Myotis* (et de *M. nattereri*) lorsqu'ils contournent par le haut un buisson en sous-bois. On entend un abaissement progressif de la FME sur les trois derniers signaux : l'obstacle est contourné, le milieu s'ouvre à nouveau ; si la séquence avait pu durer un peu plus nous aurions sans doute retrouvé les signaux longs abs moy du début...

Reste un élément à vérifier : y avait-il des flaques d'eau à ce moment-là en forêt de Buschbell, et sur la station 1122 en particulier ?



© Tonid KESSELS

J'ai aussitôt envoyé un mail à Tanja pour lui demander si elle avait des photos de cette station à ce moment précis du 18 octobre 2020. Malheureusement ce n'était pas le cas. Mais les relevés météo de la première quinzaine d'octobre témoignent d'une pluviosité suffisante pour générer la présence au moins de grandes flaques d'eau dans la forêt. Ce que confirme le caractère extrêmement typique du bruit sur l'eau dans l'enregistrement.

Le Grand murin et le Petit murin ne sont pas des prédateurs coutumiers des imagos de lépidoptères nocturnes ; ce ne sont pas des proies faciles, car leur capacité d'évitement de la prédation est efficace et nécessite des adaptations acoustiques et comportementales parfois sophistiquées que l'on retrouve chez les chauves-souris spécialistes des proies tympanées (Barbastelle, Minioptère, Molosse, Oreillard, Rhinolophe, Noctule de Leisler).

Mais pour les autres espèces, lorsque les proies habituellement recherchées deviennent plus rares en automne, tout fait ventre, et on prend quelques risques de ratés sur des proies mieux armées surtout lorsqu'elles sont abondantes. Or dès la deuxième quinzaine d'octobre, des lépidoptères au cycle automnal et même hivernal (décalage saisonnier sélectionné au cours de l'évolution pour diminuer la pression de prédation par les chiroptères spécialistes) sont bien présents en forêt. Et



© Tanja KESSELS

Tanja Kessels a fréquemment noté et photographié leurs évolutions en sous-bois à Buschbell ; l'espèce la plus rencontrée est *Operophtera brumata*, de la famille des Géometridés.

Notre petit murin a voulu profiter, sans doute avec succès grâce à l'aide inattendue d'une flaque d'eau, des premières émergences de ces papillons. Et le hasard a voulu qu'un microphone capte cet instant. Puis une succession improbable d'événements a fait atterrir cette séquence, parmi 1,7 millions d'autres enregistrées dans cette forêt, entre nos oreilles.

Il aurait été dommage que la revue Plume de naturalistes ne participe pas à cette heureuse et incroyable chaîne de transmission. Si ce récit vous a tenu un minimum en haleine, alors bienvenue dans le monde de l'écologie acoustique, vous n'êtes pas au bout de vos surprises.



© David AUPERMANN

Le pari de l'Oreillard sarde

Par Michel BARATAUD

Pour un naturaliste français, la Corse au mois d'avril, avec ses tapis floraux et ses vagues d'oiseaux migrateurs, est une destination privilégiée dans tous les sens du terme : pourquoi pousser plus loin vers le sud pour visiter la grande sœur sarde ?

Que ce soit au nom de ce raisonnement erroné, ou par pur hasard, mon rendez-vous avec la grande île italienne a tardé à se produire ; il a fallu attendre ce mois d'avril 2023 pour créer une première occasion de fouler son sol. Pour des vacances... Mais un couple d'amoureux de la nature en vacances remplacent volontiers la panoplie « parasol & crème solaire » par celle des « jumelles & télescope & détecteur d'ultrasons ».

Première constatation : alors que nous sommes encore en vue des falaises calcaires blanches de Bonifacio situées à quelques kilomètres, et que l'on s'attend à une continuité géologique avec le nord de la Sardaigne, ce dernier est campé sur un magnifique granite à gros grains, étrangement sculpté par des millénaires de vents chargés d'embruns. La diversité géologique de l'île est d'ailleurs étonnante, avec des grands ensembles cristallins ou sédimentaires criblés de nombreuses inclusions volcaniques ou métamorphiques. Sur le plan archéologique, les sites de la civilisation Nuraghe, unique, valent aussi le détour.



Pointe nord granitique de Capo Testa

Aucun objectif naturaliste précis n'a été fixé, même si les découvertes du Faucon d'Eléonore (il ne sera pas vu : le printemps anormalement frais et venteux a dû retarder son arrivée déjà connue pour être tardive), du Goéland railleur et de la Perdrix gabra ne seront pas dédaignées, au contraire... Plus de 100 espèces d'oiseaux seront observées, sans recherche assidue. Reste que pour un chiroptérologue, même en vacances, la présence d'une espèce endémique d'Oreillard, non encore rencontrée et enregistrée, titille un tantinet les instruments de détection... qui justement font partie des bagages, par le plus grand des hasards bien sûr. L'objectif n'étant pas une mission scientifique mais de vraies vacances à deux, nous décidons de voyager incognito, et de se fier à la chance ; donc au hasard ; ou presque...

L'Oreillard sarde *Plecotus sardus* (Figure 1) a été décrit en 2002 par une équipe de généticiens allemands après sa découverte par deux chiroptérologues locaux, Mauro Mucedda et Ermanno Pidinchidda. Il n'a pour l'instant fait l'objet que de quelques mentions en gîte et en capture au filet, toutes concentrées dans la partie centre-est de l'île, entre le lac Omodeo à l'ouest, le Monte Albo au nord et le massif du Gennargentu au sud. Les Oreillards roux *Plecotus auritus* et gris *Plecotus austriacus* sont aussi présents en Sardaigne, notamment dans la zone de présence de *P. sardus*, mais ils semblent rares partout (Mauro Mucedda, comm. pers.).

Mon espoir (d'une audace insolente) est le suivant : si quelques écoutes actives certains soirs au gré de l'envie, ou des enregistrements automatiques durant des nuits complètes (grâce à un « Passive Recorder Stéréo » développé par Jean-Do Vriagnault (<https://framagit.org/PiBatRecorderPojects>), révèlent des enregistrements d'Oreillard sp. (le genre est très facile à identifier), et

si les signaux récoltés s'avèrent suffisamment différents de ceux de *P. auritus* et *P. austriacus*, par ailleurs bien connus... alors l'hypothèse d'avoir recueilli des séquences acoustiques de l'Oreillard sarde sera d'autant plus robuste que ces différences seront importantes. Autant dire qu'il s'agissait d'un jeu, d'une sorte de pari dont l'issue favorable serait considérée comme « la cerise sur le gâteau », et l'issue défavorable le sentiment reconfortant d'avoir essayé. Qui ne tente rien...

Notre périple de dix jours seulement s'est concentré sur la moitié nord de la Sardaigne.

Huit nuits d'enregistrements ont été réalisées sur différents sites a priori favorables (Figure 2).

Une tempête orageuse la nuit du 13 avril près de Fonni, avec pluie diluvienne et rafales à plus de 80 km/h, a restreint l'activité des chiroptères (seul un Molosse de Cestoni téméraire au crépuscule) ; un problème de batteries a rendu inopérant l'enregistreur la nuit du 16 avril sur le site de Fulle Mare. Sur le site de la vallée de Lanaitto, deux micros séparés par 80 m de câbles ont permis de couvrir deux stations d'écoute.



Figure 1. *Plecotus sardus*.

Ainsi, sur les 9 stations d'écoute sur des nuits complètes, 7 ont fourni des résultats, dont 4 à l'intérieur de la zone géographique où l'Oreillard sarde est présent. Les habitats inventoriés étaient variés : pâtures en lisière de vieux chênes verts, micro clairières en forêt de chênes verts de fond de vallon, matorral littoral (cistes, pistachiers térébinthes, romarins, salsepareille, etc.) sur gros blocs calcaires, maquis buissonnant littoral sur substrat volcaniques ou granitiques. Les altitudes s'étagaient de 940 m à 40 m. Des soirées d'écoute active (Pettersson D1000X et Active Recorder de Jean-Do Vrignault) au moment de l'apéro, ont complété ces inventaires les 12, 14 et 17 avril.

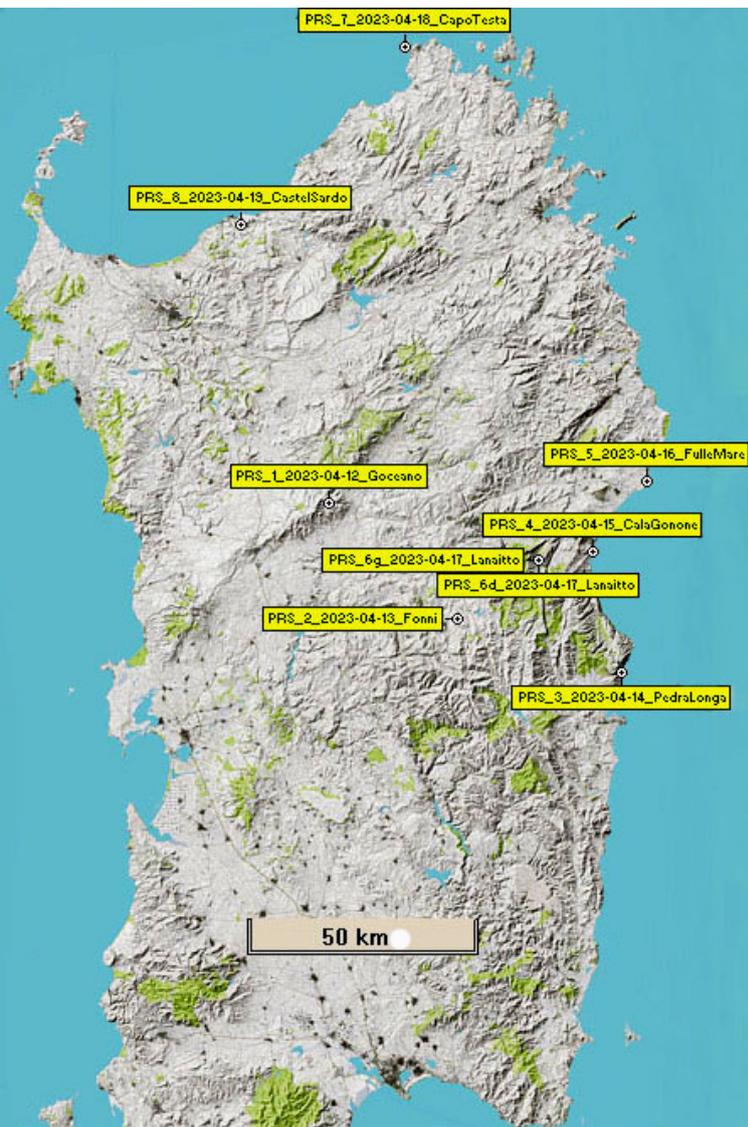


Figure 2. Stations d'écoute réalisées en Sardaigne en avril 2023.

Les espèces contactées sont au nombre de douze. Le Molosse de Cestoni est omniprésent et représente l'essentiel des contacts tout au long de la nuit. Viennent ensuite le Minioptère de Schreibers, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, le Vespère de Savi, la Noctule de Leisler, la Barbastelle, le Murin du Maghreb, le Murin de Capaccini, le Grand rhinolophe, le Petit rhinolophe (harmonique 1 sur 115 kHz), et... de l'Oreillard sp. !

Vingt-huit séquences d'Oreillard ont été récoltées sur les sites de Punta Pedra Longa (Baunei), Cala Gonone (Dorgali) et Lanaitto (Oliena), tous les trois au cœur de la zone de présence de *P. sardus* décrite par ses découvreurs.

Je ne vous fais pas languir plus longtemps : les signaux sonar composant ces séquences présentaient des différences fréquentielles et comportementales (croisement entre durée des signaux et leurs rythmiques) qui étaient très éloignées des caractéristiques de l'Oreillard roux, et suffisamment différentes de celles de l'Oreillard gris pour conclure que nous avons affaire très probablement à une autre espèce ; donc l'Oreillard sarde !

Des échanges ultérieurs ont eu lieu avec Mauro Mucedda (qui a eu la gentillesse de comprendre les raisons de mon activité clandestine dans son île, alors que nous ne nous étions pas vus depuis plus de vingt ans !) ; je lui ai envoyé toutes les informations récoltées, et il m'a transmis des séquences d'Oreillards sarde, gris et roux enregistrées en sortie de gîte ou juste après relâcher. Ses séquences, bien que correspondant à des comportements à la variabilité réduite, étaient informatives : une caractéristique acoustique des Oreillards réside dans la corrélation parfaite entre la durée des signaux et leurs paramètres fréquentiels, quel que soit le déterminisme des émissions sonar.



© Michel BARATAUD

Stations d'écoute côtières où *P. sardus* a été contacté.

à gauche : Punta Pedra Longa (Baunei) ; à droite : Cala Gonone (Dorgali).

Or, le scénario idéal s'accomplissait : une concordance entre les valeurs des signaux transmis par Mauro et ceux de ma base de données (continentale pour les Oreillards gris et roux, sarde pour l'Oreillard sarde), et ceci quelle que soit l'espèce.

Ainsi, il devenait possible de différencier acoustiquement (notamment sur les signaux de durées courte et moyenne, en dessous de 5 ms) les trois espèces sur l'île ; les inventaires deviendront plus faciles et rapides ; la répartition et l'abondance relative de l'activité des trois espèces devraient donc se préciser dans les prochaines années...

Certes, cette aventure a un intérêt dans la connaissance de cette espèce nouvellement décrite ; les informations récoltées ont d'ailleurs fait l'objet de mises à jour

dans les travaux sur l'écologie acoustique (http://ecologieacoustique.fr/?page_id=2307).

Mais ce que je trouve le plus étonnant est relatif à la démarche...

Car cela montre qu'avec peu de moyens, un soupçon de préméditation, une simplicité de protocole désarmante, dans un contexte de détente voire avec quelque désinvolture, il est possible d'apporter une petite pierre à l'édifice de la science ; tout en passant de bonnes vacances.

Insolent ? C'est sûr...

Génial ? C'est indéniable !

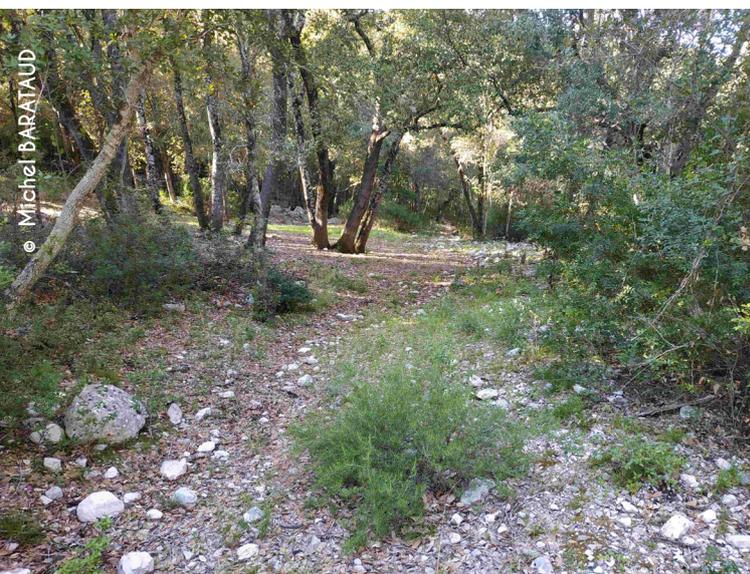
Alors, conseil de vieux paresseux : partez en vacances !

Remerciements

Il n'y a pas que la chance qui doit être remerciée dans cette histoire : un grand merci à Mauro Mucedda pour la transmission de ses séquences d'Oreillards.

Bibliographie

MUCEDDA, M., A. KIEFER, E. PIDINCHEDDA & M. VEITH. 2002. A new species of long-eared bat (Chiroptera, Vespertilionidae) from Sardinia (Italy). *Acta chiropterologica* 4(2): 121-135.



Station d'écoute forestière de Lanaitto (Oliena) où *P. sardus* a été contacté.

Moment suspendu

| Par Marie CANUT

4 mai 2023. Comme tous les 2 ans depuis plus de 40 ans les gardes du parc ont rendez-vous avec les tétras-lyres du vallon de Salèse au cœur du Parc national du Mercantour.

C'est la période des parades, les coqs se regroupent sur des places de chant tandis que d'autres chantent isolés au sommet des mélèzes. Les poules les observent, les jaugent et quand elles sont prêtes vont furtivement à leur rencontre. C'est ainsi, chaque printemps, depuis la nuit des temps que ces oiseaux taillés pour le froid, reliques des périodes glaciaires, transmettent leurs gènes.

Cette année 2023 est très particulière, depuis notre dernière rencontre en 2019, il y a eu beaucoup de rendez-vous manqués. Au printemps 2020, les humains étaient confinés et les oiseaux au paradis de la tranquillité. En octobre 2020, une terrible tempête a frappé la vallée de la Vésubie coupant tous les accès au vallon magique pour de très nombreux mois, les oiseaux gagnent encore en quiétude. Nous voilà en 2023 et nous pouvons à nouveau accéder à l'intimité des coqs de bruyère. Cet hiver comme le précédent a été exceptionnellement sec, pas de neige en altitude. Comment ces oiseaux qui passent habituellement plus de 20 heures par jour à l'abri d'un igloo creusé dans la neige poudreuse se sont ils adaptés ? Réponse dans quelques heures...

Habituellement, nous partons du « bas »

à skis et à raquettes pour rejoindre les meilleurs secteurs à la limite supérieure de la forêt. Il fait nuit noire et nous montons durant 1h30 au seul bruit de la neige qui crisse. Très souvent la première à nous ouvrir la porte du vallon est la Chouette de Tengmalm qui nous accompagne de son chant si mélodieux. Cette année sans neige nous atteignons les premiers secteurs en véhicule, les moteurs se sont substitués au doux « pouh-pouh-pouh » de la chouette, encore un rendez-vous manqué. Comme nous sommes impatients et habitués à nous lever au milieu de la nuit pour réaliser ce suivi, nous sommes un peu en avance, le jour pointe à peine. Nous nous séparons, chacun son secteur, mais nous avons des radios nous permettant de rester en contact et d'éviter de compter plusieurs fois les mêmes oiseaux.

Je commence à monter dans une forêt merveilleuse : pins cembro, sapins, mélèzes, épicéas, quelques sorbiers, dans un sous bois de rhododendrons et de myrtilles. A chaque fois que je parcours ces lieux et en toutes saisons, je me dis que si j'étais un tétra-lyre c'est là que je voudrais vivre. Il est encore un peu tôt la forêt est silencieuse, j'avance doucement, les oreilles tendues pour ne rien rater. Les premières strophes se font entendre lointaines et timides. Je continue toujours lentement, les chants se font plus forts, décidés et intenses. Première clairière ; 3 coqs sont présents, je poursuis tâchant de les déranger le moins possible. Un peu plus loin encore 2 coqs

et une poule qui caquette du sommet d'un mélèze. Le vallon est désormais complètement animé par les roucoulements des tétras-lyres. J'avance encore, les arbres se font plus rares, de nouveaux oiseaux sont encore présents, notamment des poules, habituellement si discrètes, elles semblent encourager les coqs. J'arrive enfin sur le haut de mon secteur, au dessus de moi les éboulis et les pelouses alpines abritent un autre fantôme de la haute montagne, le lagopède alpin ; mais je ne pousse pas plus loin, j'ai bouclé mon parcours. Je m'arrête dans une petite barre rocheuse, ainsi perchée au dessus du lac de Graveirette, je profite de ce moment suspendu. J'observe les 2 coqs qui chantent au sommet des derniers arbres. Je profite du concert. Le soleil s'est levé, ils devraient cesser de chanter et retourner se cacher dans le secret de la forêt ; mais non, ils ont décidé de faire mentir tous les spécialistes de leur biologie et cela me réjouit.

Il m'est toujours difficile de redescendre de « là-haut ». Je suis bien, apaisée. Le paysage sauvage, les arbres imposants

qui se reflètent dans les eaux claires du lac, les sommets granitiques aux pointes acérées... tout nous rappelle que nous ne sommes qu'invités dans ce morceau de nature préservée. Mais l'heure avance, je me remets en route. Ce matin les radios des collègues sont restées étonnamment silencieuses. Je ne tarde pas à les rejoindre dans notre petite cabane du Germas. Alors ? 14 coqs sur la place de chant / moi 8 / l'aigle est passé et a fait décoller tout le monde / les poules vous les aviez déjà vues aussi actives ?... Chacun a vécu son moment suspendu. On prend les fiches, on fait les comptes : 70 coqs ce matin, un record depuis 1975 que nous avons rendez-vous avec les tétras-lyres de Salèse. Personne ne s'y attendait et l'instant partagé n'en est que plus beau.

Les bonnes nouvelles en matière de conservation des espèces sont trop rares. Les oiseaux vont bien et nous étions là au bon moment, le bon matin, cela n'arrive pas si souvent dans une vie. Un de mes plus jolis rendez-vous.



Circaète-Jean-le-Blanc et Aigle royal : une cohabitation mouvementée

| Par Jean-Pierre MALAFOSSE

Depuis une trentaine d'année, nous étudions une population de Circaète dans le sud du Massif central. La population, forte d'environ 200-230 couples, est régulièrement répartie sur un peu plus de 350 000 ha et les couples occupent toutes les vallées de la zone d'étude (sud Lozère, Cévennes).

Au début des années 1990, la population d'Aigle royal du Massif Central est encore assez faible et nous commençons à peine à observer la lente restauration de ses couples nicheurs. Seuls cinq couples occupent alors l'espace qui nous intéresse. Trois couples n'avaient jamais disparu dans le secteur des grands causses, reliques d'une population originelle réduite au minimum dans les années 1960. Un quatrième couple c'est installé dans les années 1980 puis un cinquième, probablement présent depuis quelques années auparavant et découvert en 1992 sur le Mont Lozère. Par la suite, des couples d'aigles royaux vont progressivement s'installer sur notre zone d'étude du Circaète pour atteindre une population de 14 couples en 2024.

L'arrivée d'un puissant super-prédateur comme l'Aigle royal dans un espace occupé de longue date par une variété d'espèces de rapaces, ne se fait pas sans problème pour ces derniers. L'installation d'un couple d'aigles ou le stationnement provisoire d'individus de la population flottante (immatures et adultes non nicheurs) affecte localement les rapaces (Circaète et autres) de diverses manières.

Le suivi attentif des circaètes durant quelques décennies nous a permis de relever plusieurs de ces interactions avec parfois des situations offrant aux observateurs une charge émotionnelle intense.



© Mathieu GARNODON

Ces interactions, décrites ci-après, vont de la simple fuite (crainte) à la mise à mort d'un circaète adulte (prédation, territorialité), ou encore du changement de site de nidification (insécurité) à l'enlèvement du poussin de Circaète par l'Aigle (prédation).

Fuite face à un aigle qui approche (crainte du super-prédateur)

En avril 1995, nous avons observé deux cas d'abandon momentané de l'aire par la femelle de Circaète à l'approche non hostile d'un aigle royal en transit.

Le premier cas concerne un aigle royal immature qui remonte en vol battu un vallon de la forêt d'Aire-de-côte sur l'Aigoual. Nous observons à distance la femelle de Circaète qui couve lorsqu'elle quitte précipitamment l'aire pour s'écarter à plusieurs centaines de mètres, monter en altitude et tracer des cercles dans le ciel. Il ne fait pas de doute que c'est l'arrivée de l'aigle qui a provoqué cette réaction de la part de la femelle et c'est le couple local de Buse variable qui se charge de houspiller et d'écarter l'intrus.

Très peu de temps après, c'est en Espagne dans le parc de Montfragüe (Extremadure) que nous faisons une observation similaire. Nous repérons dans un magnifique chêne dominant les rives du Tage, un œil d'or. C'est une femelle de Circaète qui couve tranquillement. Comme pour l'observation faite quelques jours plus tôt dans les Cévennes, un aigle royal arrive en vol paisible et se dirige vers l'aire de Circaète. Nous observons la même réaction de la femelle fuyant précipitamment de l'autre côté du fleuve et se mettant à l'écart de l'aigle qui approche. Dans ce cas, ce sont des milans noirs qui repoussent l'aigle de la zone.

Tentative de prédation d'un circaète adulte par un aigle royal immature

En cette année 2010, c'est la troisième fois que je reviens sur le site de nidification d'un couple de Circaète du sud des Cévennes. Les mauvaises conditions météorologiques n'ont pas épargné ce secteur et les oiseaux sont restés peu explicites sur leurs intentions de nidification



malgré la présence du couple et de nombreuses interactions avec des circaètes étrangers.

Le 6 avril, me voici donc de retour pour essayer de trouver l'aire de l'année. De 8h30 à 13h30 rien ne se passe, si ce n'est une buse variable qui vient visiter l'aire occupée par les circaètes en 2008 et 2009. Le mâle de Circaète passe discrètement sur la zone et part chasser dans le vallon le plus en aval. A 15h, toujours rien et je décide donc de me déplacer car le soleil a tourné et la visibilité devient très mauvaise. Je quitte à regret le grand éperon rocheux pour descendre tout en bas du site, près de la route et des humains.

Le temps de retourner à la voiture, de descendre par les petites routes cévenoles, il est déjà 17h quand je rejoins mon deuxième poste d'observation. Je repère rapidement un circaète perché dans le bas de la pente mais il disparaît et je le perds de vue. Vers 18h, mon attention est attirée en crête par un grand rapace sombre. Il glisse à la cime des pins et disparaît derrière l'éperon rocheux qui m'a servi de poste d'affût ce matin. J'ai eu le temps

de le viser dans la lunette et j'ai bien reconnu une femelle d'Aigle royal en plumage juvénile. Elle ne ressort pas et a dû se percher dans le petit vallon en arrière. Heureux de cette observation peu banale pour ce secteur, je reprends mon observation sur les circaètes.

A 18h30, un circaète (type mâle) arrive ; agressif, il attaque et chasse un autre circaète (un mâle également) venu se percher dans le vallon. Il le repousse de l'autre côté de la vallée avec toutes les mimiques classiques et propres à l'espèce puis revient dans le secteur des aires. Il orbe tranquillement et passe sur tous les secteurs ayant accueilli une aire, sans aucune réaction ou indication particulière. Je me désespère car la femelle doit être sur le nid et il ne semble pas décidé d'aller la voir. Le mâle continue son circuit et va se percher en crête pour prendre les derniers rayons de soleil de la journée. Il choisit un Pin laricio à droite de mon point d'affût du matin et proche de l'aigle vu tout à l'heure.

A 19h15, l'impensable se produit. Je viens de poser mon stylo après avoir pris quelques notes et je reprends la surveil-



© Jean-François DESMET

lance du circaète dans la lunette. Il est toujours sur son pin, éclairé par le soleil et espérant encore qu'une proie va s'offrir à lui, quand brusquement arrive une masse sombre. C'est la femelle d'Aigle royal qui fonce, tel un missile air/sol lancé à 45°, en direction du circaète. Elle a dû le repérer de son vallon et faire un détour pour l'aborder par l'arrière. Il ne l'a pas vu arriver et les dés semblent jetés : ce soir c'est l'aigle qui va manger.

Heureusement pour le circaète l'aigle est un juvénile. Au dernier moment, il entend sans doute l'air déplacé par le grand rapace et au lieu de s'envoler, au risque de s'exposer aux puissantes serres, plonge directement vers le sol. La forte pente lui permet de se ressourcer avant d'atteindre le sol, tandis que l'aigle, surpris par cette manœuvre, percute durement la cime du pin de plein fouet. Le circaète profite de ce court instant de confusion pour tenter de s'éclipser.

L'aigle reprenant ses esprits ne lâche pas pour autant sa proie et se lance à la poursuite du pauvre circaète. Ce dernier a beau battre des ailes de manière effrénée, avoir une confortable avance, l'aigle est bien supérieur en accélération et quand il met les gaz, ça dépote. Le circaète est vite rejoint. Il esquive pourtant encore une fois l'attaque et met le jeune aigle une deuxième fois en échec en lui présentant ses serres. Un aigle adulte aurait ignoré ce geste dérisoire et désespéré ; mais pour le moment, l'expérience du circaète adulte vaut mieux que les capacités physiques d'un jeune aigle inexpérimenté.

Nouveau rétablissement des oiseaux, le circaète fuit et l'aigle reprend la poursuite. Cette fois-ci la ligne de fuite est droite, l'aigle semble ajuster sa cible et je commence à craindre le pire pour « mon mâle de circaète ». Cette fois c'est la bonne, la distance diminue entre les oiseaux : 10 mètres, 5 mètres, 3 mètres... l'aigle va faire

mouche. Il le croit et moi aussi, lorsque, surgissant de nulle part, un petit bolide percute avec force la tête de l'aigle royal. Ce dernier est stoppé net dans son élan à 1 mètre à peine du circaète. Nouvelle attaque héroïque du moustique. C'est un courageux petit Faucon crécerelle qui ne s'est pas trompé de cible. Il a bien fait la différence entre le circaète qui habite son vallon et l'aigle, danger pour toute la gent ailée. Harcelé de toute part, le jeune aigle perd ses moyens et préfère abandonner la quête ; il va se percher sur un pin.

Le circaète profitant de cette aide inespérée prend l'air et gagne de l'altitude à une vitesse extraordinaire. Il est là dans son élément. Il monte très haut et, sans doute choqué par cette attaque fulgurante, il va patrouiller pendant 20 minutes à la recherche de l'aigle. Vers 19h45 il se décale sur le site et vole de long en large pendant une demi-heure encore. Finalement, visiblement très stressé il ira dormir de l'autre côté de la vallée... Là où il a reconduit le circaète indésirable tout à l'heure. Peut-être celui-ci lui fera-t-il une petite place pour le reconforter? Les humains n'ont rien inventé !



En 2011, un autre circaète, adulte cette fois, n'aura pas cette chance. Le circaète voyant passer le couple d'aigles LZ3 commet l'erreur de vouloir en découdre et repousser le roi des oiseaux. Dès qu'il arrive au contact de l'aigle il est saisi par ce dernier et emporté sans effort derrière une crête. Le sort de l'oiseau est réglé et sa mort ne fait aucun doute à l'observateur mais la consommation n'a pas été observée.

Prédation de poussins de circaète par l'Aigle royal

Dans le cadre de notre suivi, la consommation des circaètes par l'Aigle royal n'est avérée que pour des poussins pris à l'aire et ramenés par l'adulte à son jeune.

Nous avons observé deux fois l'Aigle royal apportant un poussin de circaète à son jeune. Fin juin 1982, le couple LZ2 donne un poussin de Circaète âgé de cinq semaines environ à son jeune.

Le 24 juin 2018, c'est un poussin tardif de 10-12 jours que le couple G9 offre à son aiglon. La femelle d'aigle arrive de dos et se pose directement dans cette aire cévenole gardoise de la Vallée Borgne. Elle dépose



sa proie devant elle et le jeune se précipite pour se l'approprier. Ce n'est que lorsqu'il relève la tête que nous voyons clairement qu'il s'agit d'un poussin. Il tient sa proie par le bec et nous la présente de face, ce qui nous permet de reconnaître un jeune circaète âgé de 10 ou 15 jours issu d'une ponte assez tardive. Il entraîne ensuite son repas au fond de l'aire pour le consommer tranquillement. Maigre apport de proie pour l'aigle mais une perte pour nous car ce circaète provient sans doute d'un couple que nous suivons dans la vallée. Le couple de circaètes le plus proche, situé en crête de la vallée, a échoué sa reproduction et changé de site de nidification les années suivantes.

Un troisième jeune circaète a été probablement tué et pris à l'aire par un adulte du couple LZ5. Ce juvénile était près de l'envol, âgé d'environ 9/10 semaines. Il ne restait de lui qu'une quantité importante de plumes dans l'aire et seul l'Aigle royal peut tuer un jeune aussi âgé, sans aucune trace de lutte visible et de prédation effectuée au sol (cas observés pour le Hibou grand-duc et l'Autour).

Mise à mort d'un circaète adulte par une femelle adulte d'Aigle royal

Cette observation, effectuée en direct près de l'aire du couple d'aigles LZ10, n'est pas à proprement parler un acte de prédation. La femelle d'Aigle royal couvait dans un grand douglas lorsqu'un circaète mâle adulte est venu capturer une proie au sol, après avoir longuement prospecté de long en large le vallon de l'aire. La femelle quitte alors son aire et tue le circaète, plus semble-t-il par territorialité que par prédation car elle ne l'emporte pas et retourne couvrir en se désintéressant de la dépouille.

Voici la description de la scène : « la journée du 23 avril est un répit météorologique pour cette année 2018 et le soleil attire les circaètes sur ces pentes bien exposées où les reptiles ne vont pas tarder à circuler. Nous prenons le temps, mon collègue Emeric et moi, d'observer « entre midi et deux » une aire d'aigles nouvellement occupée. Le couple a en effet construit l'an dernier son nouveau nid dans un gros douglas bien éloigné de son site habituel. L'observation est commode. La femelle royale, couchée sur la coupe bien verte de l'aire, scrute chaque événement que son regard peut accrocher. A 12h25 elle se lève et tourne ses œufs. Le passage de son mâle ne lui échappe pas ; pas plus que l'arrivée vers 12h40 d'un circaète mâle derrière elle en crête de son vallon. Son attention ne va plus quitter ce grand rapace blanc qui s'attarde dans « sa » combe en fouillant méticuleusement le sol de son regard doré. Le circaète quant à lui ne se doute pas que de nouveaux locataires ont investi la zone. Cela fait sans doute plusieurs années qu'il vient chasser en toute tranquillité sur ces landes « giboyeuses ». D'ailleurs ça y est, au bout de quelques minutes seulement il se laisse tomber, avec toute l'élégance qui caractérise son espèce, sur un probable serpent. Il a dû faire mouche et je le vois lutter avec sa proie. La femelle Aigle a suivi toute la scène et le perfore du regard lorsqu'il touche le sol de l'autre côté et en contrebas du vallon. Elle se lève sur son aire pour mieux juger la situation et s'élance pour aller en découdre avec cet intrus. A ce moment-là je pense que c'en est fini du circaète. Elle progresse intelligemment en rasant la partie haute du vallon, contournant un rocher à l'abri du regard de sa proie, pour s'abattre directement sur le circaète sans le moindre coup d'aile. Elle le harponne par derrière de plein fouet avec ses serres et le plaque à terre. Il n'a rien vu venir et

se défend à peine, tétanisé par le choc et la puissance de son agresseur. La tête sous le corps de l'aigle et les ailes à demi écartées, il se laisse plumer vivant. Ensuite elle le déplace un peu. La tête du circaète se redresse et il semble implorer de ses yeux jaunes l'aigle qui lui fait face et l'observe d'un regard profond. Ce face à face dure quelques interminables secondes, puis l'aigle s'envole et regagne son aire. La tête du circaète tombe en avant. Il vient sans doute de mourir. Fin de l'histoire. il est 13h. ». Compte tenu de la date, la mort de ce circaète mâle adulte va sans doute entraîner l'échec de reproduction de son couple ; il est probable qu'une femelle circaète attendait cette proie, elle-même couchée sur son œuf.



Mise à mort d'un circaète mâle adulte par un aigle royal adulte territorial.

Le 26 mars 2023, nous contrôlons la présence des couples de circaètes dans la Vallée Borgne, secteur des Cévennes gardoises. Vers 13h10 nous observons un mâle adulte de Circaète ébauchant des festons territoriaux sur la crête de l'antenne de

Saumane. L'oiseau est très remarquable à grande distance. Il s'éloigne et revient vers 13h30 se percher sur un pin sylvestre dans le haut du vallon, connu pour avoir abrité l'aire des circaètes par le passé. L'oiseau se toilette et reste dans le site observant les alentours. Soudain il s'envole précipitamment, fait quelques mètres lorsqu'un aigle royal le percute sévèrement. L'œil collé à la lunette, nous n'avons pas vu arriver l'aigle dans son plongeon quasi vertical. En s'écartant de l'arbre, le circaète n'a eu aucune chance pour éviter l'attaque fulgurante. Le circaète tombe comme une feuille morte et se fracasse au travers des Chênes verts. L'aigle refait un passage bas et observe le lieu de la chute. Le circaète ne ressort pas, l'aigle s'éloigne en aval de la vallée sans pousser plus en avant ses recherches. Il est probable que cet aigle soit le mâle du couple G9 dont le territoire s'étire jusqu'ici. Comme la femelle citée ci-dessus, il n'a pas cherché à consommer la dépouille probable du circaète. Encore un acte territorial, peut-être initié par les festons du circaète ?

Influence du retour des couples d'aigles royaux sur l'organisation spatiale de circaètes

Lorsqu'un couple d'Aigle royal s'installe dans une zone non occupée par l'espèce depuis de longues années, les rapaces en place doivent tenir compte de ces nouveaux arrivants. Le couple d'aigles LZ15 en 2003 par exemple s'installe en occupant l'aire des autours des palombes locaux qui disparaissent, tout comme les buses variables nichant dans la même parcelle de Pin noir.

En ce qui concerne le Circaète, nous avons relevé des déplacements de sites de nidification au cours de l'installation de quatre couples d'Aigle.

En 2009 le couple d'aigles LZ12 s'installe à son tour dans la vallée du Lot. Leur dortoir se situe dans le site même de nidification des circaètes locaux. Le couple de circaètes disparaît, s'étant sans doute déplacé à bonne distance. La première aire de ces aigles empiétera également sur le territoire d'un autre couple de circaètes,



© Jean-Pierre MALAFOSSE

qui se déplace et n'est pas retrouvé.

En Vallée Borgne, depuis l'installation du couple G9 en 2009, ce ne sont pas moins de quatre couples de circaètes qui se sont déplacés. Deux « migrent » en face de la vallée, deux autres repositionnent leur site en bas de pente où les aigles ne vont pas trop. Les aigles, construisant récemment une autre aire près d'un couple déplacé en secteur bas, obligent même ce dernier à changer de site une nouvelle fois.

Le couple d'Aigle LZ17 provoque également deux déplacements consécutifs d'un couple de Circaète. Dans un premier temps, les circaètes quittent la partie haute de la vallée car la circulation des aigles semble trop régulière au-dessus de l'aire. Ils resteront dans un petit vallon discret au-dessus de la route jusqu'à ce que les aigles viennent s'installer à proximité. Les circaètes, l'année suivante, restent près de la route mais remontent un peu la vallée près d'un col fréquenté et d'un hameau que les aigles évitent dans leur déplacement.

Nous attribuons le déplacement de deux couples de circaètes aux aigles du couple LZ18. Ce couple en formation en 2013 mettra de nombreuses années avant de se stabiliser sur un site de nidification. Un des aigles dormant à plusieurs reprises dans le site des circaètes provoque sans doute la

désertion de ce territoire. Plus récemment le couple dormait plus à l'est, près d'un autre couple de circaètes suivi de longue date. Depuis deux ans ces circaètes ne sont plus observés dans le vallon.

Enfin, un dernier couple d'Aigle royaux (LZ19) en formation en 2023 et 2024 fréquente une vaste zone occupée par au moins six couples de circaètes. Le contrôle et le suivi des sites de reproduction de mars à juillet 2023 s'avèrent infructueux. Trois couples de circaètes montrent des signes de reproduction mais les aires n'ont pas pu être découvertes et trois n'ont pas été contactés du tout. Les aigles vont durant l'hiver 2023/2024 construire trois aires différentes. L'une d'elle sera même construite dans un grand pin maritime, sur la base d'une aire de Circaète construite en 2004 et régulièrement occupée de 2016 à 2021.

Nous n'arrivons pas toujours à retrouver les couples de circaètes déplacés par la présence des aigles. Il semble que les circaètes ainsi décantonnés deviennent plus discrets dans leurs comportements territoriaux et nuptiaux. C'est du moins ce que nous ressentons, en ayant plus de difficulté à détecter les aires de ces circaètes en observant leurs expressions comportementales.



© Mathieu CARNODON

Qui s'y frotte...

Par Jacques PERINO

Participant à l'Atlas de la Biodiversité réalisé à Montastruc la Conseillère, Commune du Nord-Est toulousain, j'ai contribué à la prospection pour le volet « mammifères terrestres ».

La présence de la Genette commune (*Genetta genetta*) et du Putois (*Mustela putorius*) furent les bonnes surprises révélées grâce à 5 pièges photographiques.

Ces outils qui fonctionnèrent à plein régime nous ont permis de voir et de revoir la faune majoritairement nocturne de nos coteaux épargnés, en partie, des excès du remembrement agricole... Au palmarès des noctambules : blaireau, renard, fouine, martre, micro-mammifères et bien entendu de jour comme de nuit l'omniprésent chevreuil dont un spécimen singulier ne manqua pas de nous intriguer.



Fin mars 2022, un petit groupe de chevreuils s'adonne à sa toilette matinale tout en dégustant de tendres pousses en sous bois¹.

Un brocard attire notre attention car ce que nous prenons d'abord pour une « flèche » se trouve fichée entre les pivots. Longue d'une cinquantaine de centimètres, ce qui s'avèrera être en fait une simple baguette (Noisetier ou cornouiller sanguin ?) se trouve solidement encastree, dépassant à 80 % vers l'arrière de la tête de sorte qu'elle vient parfois frotter le milieu de son dos...

1 Nous confirmons aux amateurs de « respouchous », nom local donné entre Tarn et Aveyron au tamier commun (*Tamus communis*), que le chevreuil est un sérieux concurrent pour la confrérie régionale des amateurs de cette fameuse fausse « asperge sauvage »...aux vertus dépuratives reconnues !

L'utilise-t-il volontairement pour se gratter ? C'est l'impression que nous avons pu avoir à plusieurs reprises sur certains enregistrements.

L'origine de cette « greffe » peut sans doute être imputée à un frottis un peu trop vigoureux au début de la croissance des bois. Leur chute future entraînera-t-elle celle de la baguette ? En visionnant les images il ne semble pas que le corps étranger ait provoqué une réaction de rejet chez l'animal...

Nous avons tenté de recroiser sans succès la piste de notre phénomène.

Qui sait si son appareil attirera ses favorites, ou si ces dernières ne seront pas davantage tentées de badiner avec un individu moins étrangement coiffé ?



Anatomie d'une... capture

Par Jacques PERINO

En cette fin juillet, la ronde des martinets noirs *Apus apus* bat son plein autour de l'Eglise de Montastruc La Conseillère (Haute-Garonne) qui accueille selon les années entre 15 et 20 couples nicheurs de Martinet noir dans ses trous de boulins (voir texte plus loin).

Les niches occupées se situent entre 1,20 m et 4,50 m de hauteur, les cris des

juvéniles au nid attirent l'attention des passants, et il est arrivé que quelques petits curieux... de nature escaladent l'édifice pour tenter de voir qui donc pouvait bien se cacher là-dedans ? Mais il semble qu'une menace bien plus sérieuse pour nos oiseaux ait pointé, depuis peu, le bout de son museau.



A l'occasion d'une de mes rondes matinales je constate en effet la présence d'un matou de grande taille qui a rejoint la société féline du quartier. Les riverains me confirment que depuis ce printemps le dénommé « Mimou » a pris ses quartiers, avec son maître, rue de l'Eglise : « C'est un sacré chasseur, il passe son temps à guetter les oiseaux qui sortent des trous ! ». Jusqu'à présent ses congénères n'avaient pas témoigné d'intérêt particulier pour les virtuoses ailés qui rentraient et sortaient de leur nid dans l'indifférence générale. Notre nouveau venu semble, lui, passionné par ces fous volants.

Il est vrai que la taille et les capacités athlétiques de ce chat apparenté Maine Coon, réputé comme étant le plus grand chat domestique « au monde » pourraient lui donner des ambitions autres que celles de ses « demi-portions » de congénères.

C'est ainsi que quelques jours plus tard je surprends Mimou faisant le pied de grue à l'aplomb de deux cavités : la première à 1 m de hauteur étant manifestement vide, j'en déduis que le prétentieux a des visées sur l'étage au dessus qui se situe lui à 2,35 m.

Confiant dans les capacités reconnues de nos oiseaux je me poste pour observer la situation alors que le martinet pointe le bout de son bec pour prendre son envol. Je considère que, depuis le sol, le guetteur ne peut pas vraiment anticiper le plongeon du roi des airs qui doit se faufiler entre les briques. Puis les événements s'accroissent je comprends que ce dernier a fini par s'élancer. Je déclenche mon appareil photo avant d'apercevoir le chat au sol prenant la fuite avec le martinet dans sa gueule. Ma tentative de faire lâcher prise à la « panthère noire » restera infructueuse...

L'analyse de photos montre que le mar-

tinnet est intercepté par la patte droite du chat, à 1,90 m du sol. A ce moment là Mimou effectue un saut vertical de 1 m sans appui sur le mur. Sa taille en extension faisant le reste pour atteindre l'oiseau qui à l'envol a perdu suffisamment d'altitude pour tomber entre les griffes du chat.

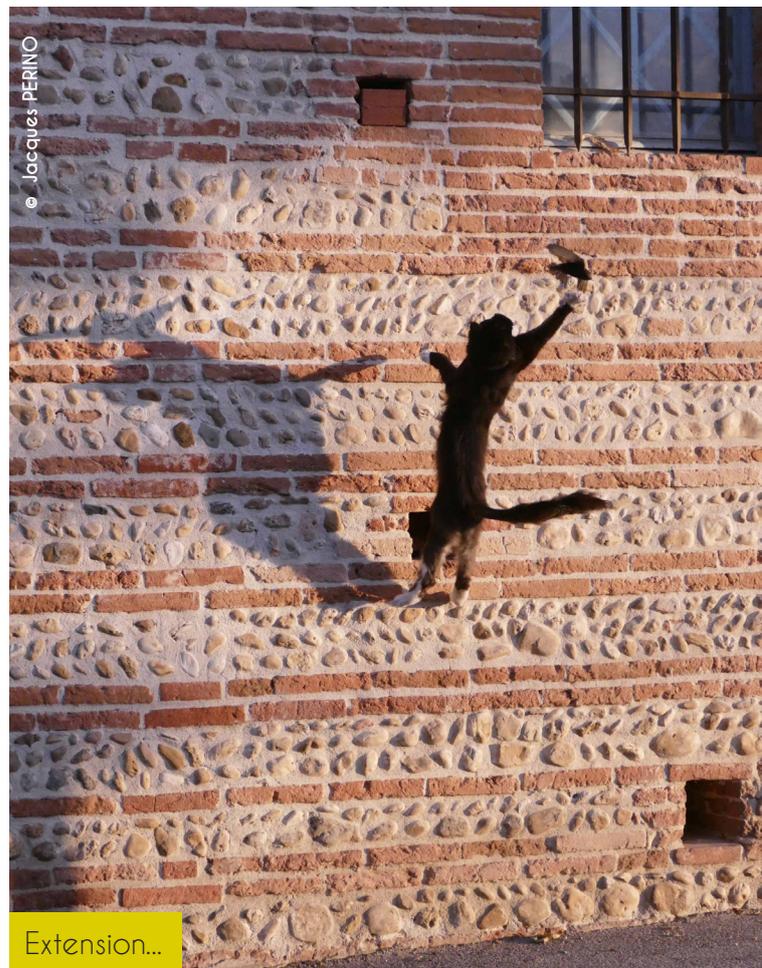
Les jours qui suivirent je retrouverai deux autres oiseaux morts au pied du mur ! Un troisième, blessé fut sorti de la gueule du chat par un passant. Cet oiseau, que je recueillerai, était un juvénile. Etait-ce le cas de la majorité des proies de Mimou dont le propriétaire, compatissant pour la gent ailée, me confia : « il est vraiment relou ce chat ! », sans envisager pour autant de contrôler les horaires de sortie de son protégé... L'individu capturé sous mes yeux m'a tout l'air d'être un adulte.

Face au peu d'espoir de voir aboutir nos tentatives de médiation auprès du propriétaire de l'animal, nous réfléchissons pour la saison prochaine à condamner les 20 trous de boulins les plus exposés sur ce bâtiment et à aménager l'accès aux niches les plus hautes pour accueillir en toute sécurité les générations futures de martinets. Le potentiel du bâti (170 trous de boulins) permettant d'être optimiste sur l'efficacité d'un plan de relogement d'urgence...





Flexion...



Extension...



Interception...



Exécution.



Les trous de boulins de l'église St Barthélémy-de-Montastruc la-Conseillère (Haute Garonne)

Les bâtisses en brique foraine, typiques du Sud-ouest, ont conservé sur leurs murs les trous de boulins utilisés afin d'échafauder la construction.

Ces niches particulièrement visibles sur les églises ont très souvent été obstruées pour limiter la nidification des pigeons bisets domestiques. Lors de la rénovation de l'Eglise de Montastruc elles ont été obstruées partiellement avec des briquettes empilées. Les trous de boulin situés à hauteur d'homme ont été laissés en l'état car certainement jugés inexploitable par les pigeons. L'église se trouve à proximité immédiate d'un grand parc arboré.

La moitié des trous de boulins conservent une ouverture comprise entre 1 et 3 cm, devenant ainsi attractifs pour la nidification des passereaux (**Tableau 1**). Deux trous au moins sont utilisés par des pipistrelles. Sept trous présentent des traces de maçonnerie réalisés au fil des ans par les sittelles. Fréquents conflits de voisinage entre les espèces qui mériteraient d'être approfondis. Par exemple, les cavités aménagées par les sittelles ont accueilli certaines années le Martinet noir ou le Moineau domestique.



© Jacques PERINO

Moineau domestique mâle



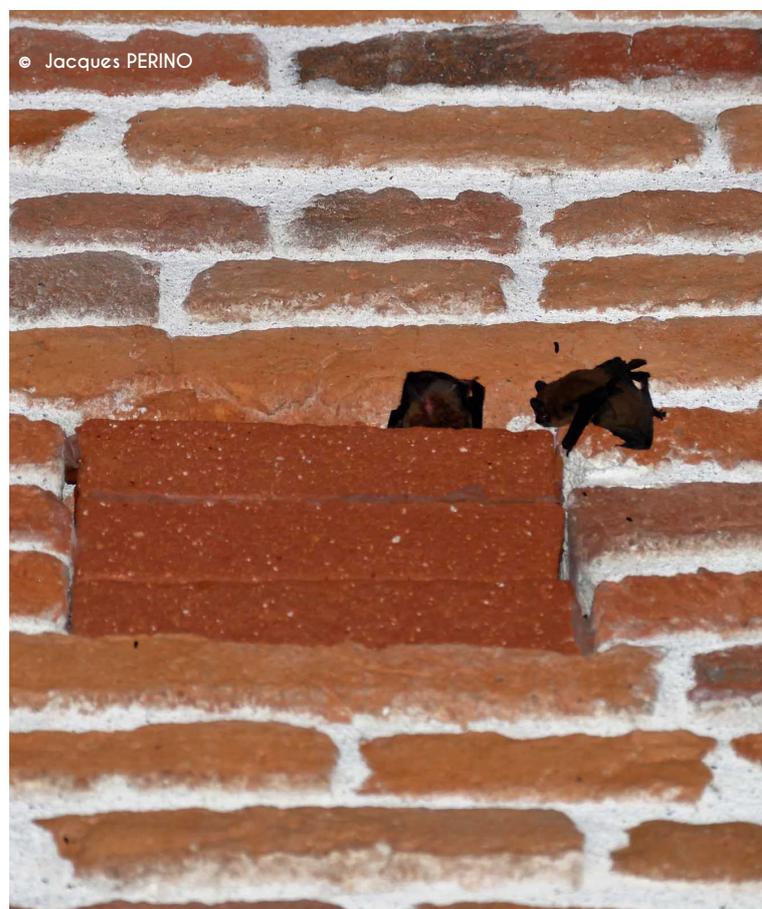
© Jacques PERINO

Moineau domestique femelle



© Jacques PERINO

Sittelle torchepot



© Jacques PERINO

Pipistrelles sp.

Tableau 1.

Espèces d'oiseaux nicheuses recensées annuellement de 2017 à 2024.

Espèce	Nombre de couples	Statut
Mésange bleue	1 à 2	Protégée
Mésange charbonnière	1 à 2	Protégée
Sittelle torchepot	1 à 2	Protégée
Martinet noir	15 à 20	Protégée
Rougequeue noir	1	Protégée
Moineau soulcie	0 à 2	Protégée
Moineau domestique	3 à 4	Protégée
Etourneau sansonnet	1 à 2	Non protégée



*Plume
de
poète*



Illustration : Aurélie Pourriau

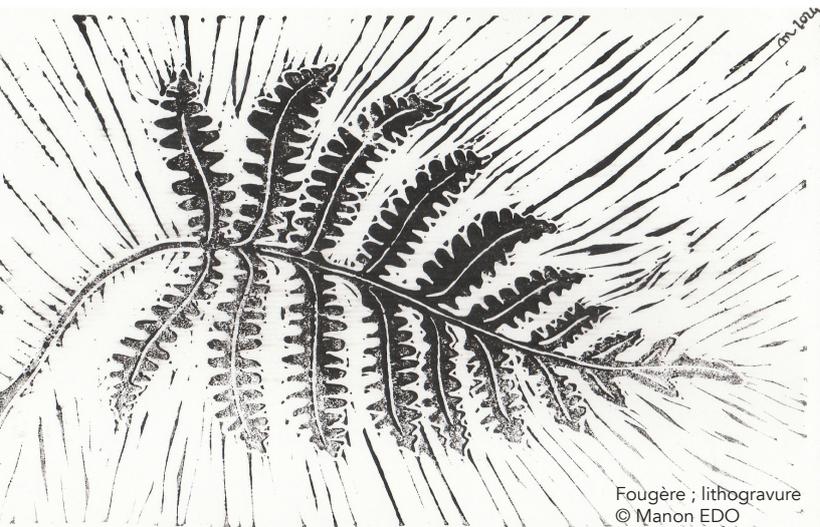
AP_2018

PLUME DE NATURALISTES

numéro 8
déc. 2024

SOMMAIRE

- La chaise bleue**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 273
- Rencontre avec la loutre**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 274
- Flottaisons plastiques**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 276
- La blanche hermine**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 277
- La poésie du temps qui passe**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 278
- Le chant du Grand-duc**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 280
- Le jardin silencieux**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 281
- La rivière de mon enfance**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 282
- Les silences de la parole environnementale**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 283
- Un faucon passe**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 284
- Voler sans ailes**
par Jean-Marc CUGNASSE p. 285
- Aube hivernale en Brenne**
par Amélia ROZELLE p. 286
- Haïkus**
par Cécile DENIS p. 287
- C'est un rêve**
par Jean BONNET p. 289
- Quatorze heures neuf**
par Jean BONNET p. 289
- J'envoie mon silence...**
par Jean BONNET p. 290
- Comme ils disent**
par Jean BONNET p. 290
- La chaise rouge**
par Jean BONNET p. 291
- L'oiseau bleu (Rollier)**
par Jean BONNET p. 291
- Haute tension**
par Jean BONNET p. 292
- L'Esparviièr (4 poèmes)**
par Père THOUY p. 293
- Le roc velu**
par Michel BARATAUD p. 295



La chaise bleue

de Jean-Marc CUGNASSE

Immobile sur la chaise bleue,
A l'ombre des noisetiers,
Elle est tout yeux
Pour les eupatoires en bouquet.

Elle se ravit du ballet coloré
Qui fait communauté
Sur cette manne mellifère
Aux inflorescences éphémères.

Les déplacements incessants
Des papillons gourmands
Qui volent en tous sens
Lui font oublier le temps.

Elle tient sa place
Sans ingérence,
Sans attirer l'attention,
Simplement dans la contemplation.

Elle partage l'habitabilité du site
Avec la foultitude des insectes ailés
Sans pour autant faire société,
Seulement dans sa dimension esthétique

Elle fait provision
De cette ambiance, de cette vision,
Nourrissant son intime imagination
Au-delà de la délectation.



Rencontre avec la loutre

de Jean-Marc CUGNASSE

La vapeur d'eau s'élève
Et se dissipe dans l'éther,
Emportant avec elle mes rêves
Par cette communication éphémère.

Le cours de l'eau continu et plan,
Bosselé au contact de rochers
Ou ridé par des branchages couchés,
Murmure un air traînant.

La diversité des vivants
Contribue par touches à l'harmonie
De cette paisible rivière qui, secrètement,
Garde en mémoire la trace de ces vies.

Mon temps se dissipe dans l'espace,
Sans substance,
Sans importance,
Seuls les sens me nourrissent de plaisirs fugaces.

En remontant de façon improbable le courant,
La silhouette d'un bois mort flottant
Révèle qu'elle est autre, soudainement,
En se renversant.

C'est ainsi qu'une loutre prend forme et
Se livre à des évolutions enjouées,
Se montrant avec un poisson,
Puis reprenant sa vive agitation.

Je devine la fraîche caresse de l'eau,
Son effleurement sensuel sur sa peau,
Je vois son plaisir insatiable
A se mouvoir dans cet élément insaisissable.

Elle est ballerine souple et pleine d'allant,
Sans scène pour porter ses pas dansants ;
Elle est contorsionniste vigoureuse et inspirée
Dans ses pirouettes en liberté.

Elle emplit tout l'espace de sa présence
Reléguant le héron à son besoin de silence,
Le martin-pêcheur à son affût
Et la libellule à son brin ténu.

Puis elle disparaît,
Peut-être pour gagner un abri dissimulé
Dans la berge à présent ensoleillée,
Me laissant seul, émerveillé.



Flottaisons plastiques

de Jean-Marc CUGNASSE

Des îles multicolores et flottantes
Masquent les îles d'accostage.
La mort y a l'avantage
Sur la vie exubérante.

Il n'y a plus de sirène
Pour faire pécher le pêcheur.
Il n'y a plus de plage amène
Pour conjurer les échouages et leur malheur.

Les flottaisons n'ont rien de magique,
Les îles ont perdu leur plastique,
Et les océans fantastiques
Deviennent les cimetières de nos Titanic.

La mémoire de l'eau y sauvegarde fidèlement
Le souvenir de cette tragédie et de son déroulement
Jusqu'au plus profond du refuge abyssal,
Jusqu'à la fin du bal.

Contes et histoires d'antan
Ne feront plus rêver nos enfants.
L'espace marin et son monde de secrets
Auront fait place à une morne banalité.

La blanche hermine

de Jean-Marc CUGNASSE

Le haut dignitaire revêt son hermine blanche
Qui jouissait de son vivant d'une pleine liberté,
Avant que son pelage hivernal ne soit privilégié
Pour asseoir le rang de puissants et de sages.

Autre temps autre lieu pour cet observateur
Qui, tous les sens en éveil et patient,
Découvre au rythme du jour naissant
Un paysage modelé par des éleveurs.

Il est venu observer dans leur environnement,
Sans interaction, sans jugement,
Les sauvages qui coexistent discrètement
Avec les humains dominants.

Une hermine apparaît soudainement,
En mouvement incessant,
Inspectant tous les coins et recoins,
Des murettes au tas de foin.

Tour à tour apparaissant ou disparaissant,
L'observée traque le campagnol
Jusque dans le sous-sol,
Eprouvant l'observateur, pourtant vigilant.

A la fois prédateur
Et proie d'autres prédateurs,
L'hermine vit sa vie intensément,
Ignorant sa mise à l'index¹ d'un autre temps.

Et tandis que la dépossession de son pelage saisonnier
Perpétue un habit d'apparat désuet,
L'observateur vit au rythme du mustélidé
Dont la silhouette va et vient dans le paysage enneigé.

Blanche sur blanc,
L'hermine ignore qu'elle enchante le vivant
Dont elle est un des éléments,
Depuis la nuit des temps.

¹ Bien qu'elle ne soit plus considérée comme nuisible, son tir peut être pratiqué durant la période de chasse.

La poésie du temps qui passe

de Jean-Marc CUGNASSE

Le vieux chêne est mort.
Aux yeux des humains,
Il est mort,
Privé de lendemain.

Son houpier n'oscillera plus
Au souffle du vent,
Son feuillage ne vibrera plus
A son rythme entraînant.

La sève qui le nourrissait continûment
Ne circulera plus dans son corps
Qui se démembrera lentement
En petit bois mort.

Il ne produira plus
De glands qui le perpétuaient,
Il ne nourrira plus
Les animaux de la forêt.

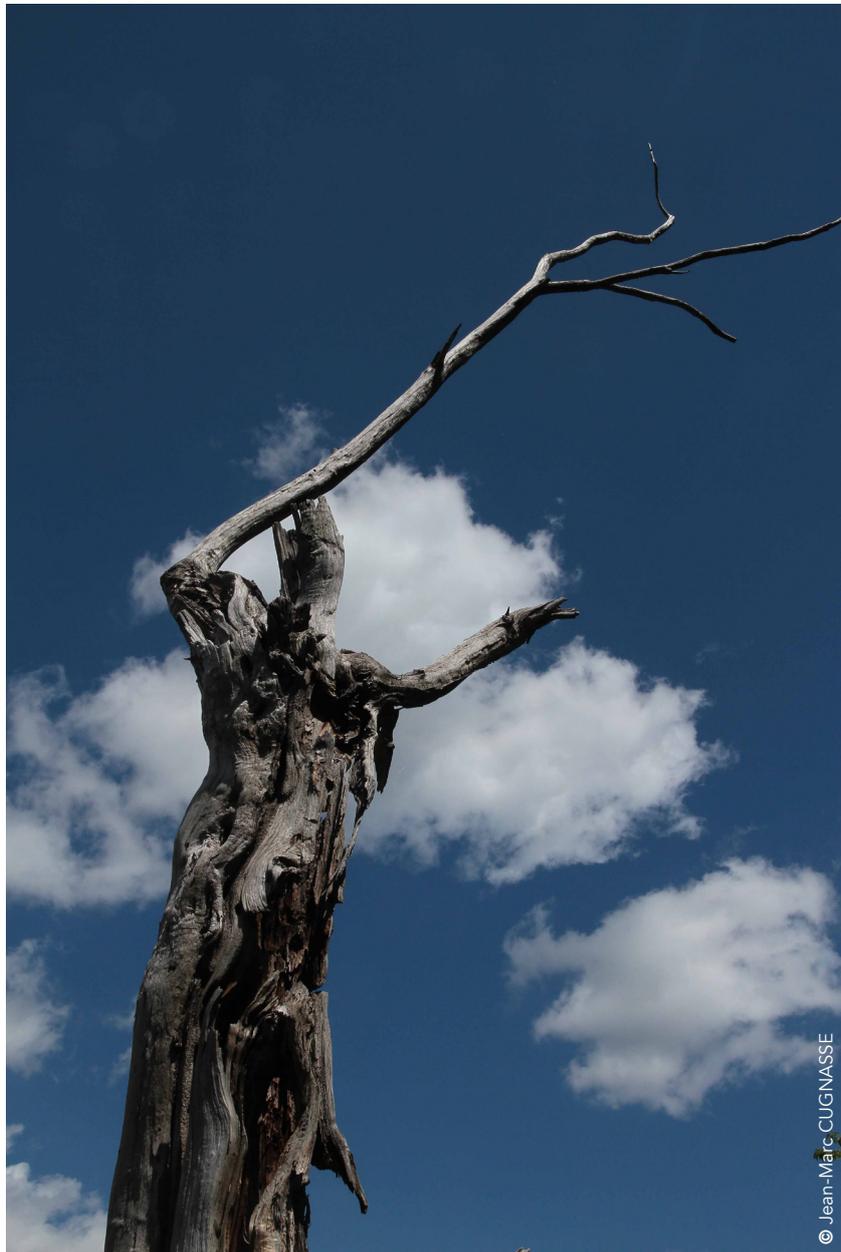
Bien que raidie,
Sa silhouette reste dressée
Dans l'environnement où il s'est épanoui
Et participe encore à sa beauté.

Peut-être sera-t-il abandonné
Jusqu'à sa chute dernière
Et à son retour à la terre nourricière
Qui lui a offert une vie de liberté.

Peut-être sa fin sera-t-elle hâtée
Pour chauffer quelque foyer,
Donnant à lire sa vie écoulée
Dans les anneaux de croissance archivés.

Mais le curieux constatera quant à lui
Que le vieux chêne loge et nourrit
Une foultitude de vivants au final,
Jusqu'à sa désintégration fatale.

Des vies continuent ainsi
D'animer son corps
Et trompent la mort
Qui lui a ôté sa vie.



© Jean-Marc CUGNASSE

Le chant du Grand-Duc

de Jean-Marc CUGNASSE

Comme chaque soir,
Depuis la nuit des temps,
Le crépuscule recompose le paysage diurne.

Ses éléments deviennent insensiblement des silhouettes qui se diluent dans l'obscurité avant de s'évanouir dans les ténèbres.
Les oiseaux du jour font silence et se dérobent à la vue dans un univers où demain est incertain.

Je savoure ce crépuscule qui a la couleur et l'odeur des nuits fraîches de février.
Ce soir, il a une saveur particulière pour moi tandis que je le vois envelopper ces rochers qu'un couple du mythique Grand-duc a choisi d'habiter, après une très longue absence.

Il est un de ces moments d'authenticité durant lequel l'humain s'efface, se rend disponible, se donne le temps, cache sa présence pour observer, pour écouter, pour comprendre, pour faire corps avec un monde qui lui est étranger.
Un de ces moments rares où ses racines l'abreuvent de cette sève ancestrale dont il a perdu jusqu'au goût.
Un de ces moments précieux où le modeste génère des œuvres éphémères d'art majeur.
Un de ces moments où un rocher semblable à de nombreux autres rochers peut prendre vie, comme par magie, par la caresse d'un simple regard différent.

C'est ce moment que choisit le Grand-duc pour s'extraire de son gîte.
Pour lancer dans le silence de la nuit ce chant pénétrant qui donne vie au minéral, quelques instants durant.
Pour transmettre un message à l'adresse de sa compagne et de ses congénères.

Un message qui ouvre la nuit aux invisibles noctambules.

J'écoute cette communication à laquelle je ne peux contribuer tant nos deux êtres sont immensément différents, et je la laisse imprégner mon silence pour que dure le plaisir de la rencontre.

Le jardin silencieux

de Jean-Marc CUGNASSE

Lové au creux des jambes de sa maîtresse
Les yeux mi-clos, ronronnant,
Le chat s'abandonne à ses caresses,
Pénétré de contentement.

Soudain, il sort de sa somnolence,
Quitte prestement sa couche
Sans égard aucun pour la main aimante,
Et saute sur la pelouse.

Il s'approche à pas de loup de la haie
Les yeux rivés sur un passereau
Qui cherche pitance, affairé,
Tantôt au sol, tantôt dans les arbrisseaux.

Commence alors la chasse de l'oiseau
Qui, de petits vols en sauts,
Stimule involontairement l'excitation du félin
Mais esquive ses attaques néanmoins.

Cette poursuite inlassable
Echappe au groupe d'amis attablés,
Ignorants de l'issue fatale
Qui attend le rougegorge pourchassé.

Le cadavre de l'ami fidèle du jardinier
Abandonné sur le lieu même du méfait,
Le chat retrouve la chaleur et la tendresse,
Tout contre sa maîtresse.

De la même façon et même parmi les plus malicieux,
Les prochains arrivants ne pourront tenter qu'en vain
D'échapper au félin,
Gardien zélé de ce jardin silencieux.



La rivière de mon enfance

de Jean-Marc CUGNASSE

Née en Cabardès,
L'Arnette éternelle
Se hâtait pour se mêler au Thoré
Dans une étreinte fusionnelle.

Son eau douce en liberté,
Contait de galet en galet
A ceux qui l'écoutaient
La mémoire du passé.

Elle épanchait sans compter,
Jour et nuit,
L'énergie de la vie
Et sa gaîté.

Mais son cours ondoyant
Fut ralenti brutalement
A la première usine qui, illico,
Epaissit et colora son eau.

Le charme et la vie de la rivière,
Furent souillés pour un profit arbitraire,
Dans une indifférence coupable,
Et se perdirent alors telle une ringure jetable.

Mais les sources de profit ont à notre ère
Des dynamiques souvent éphémères.
L'Arnette a pansé ses plaies avec le temps,
Et recouvré son cours ondoyant.

Elle accueille à nouveau maintes vies
Dans son cours enfin rétabli,
De la truite au cincle plongeur,
De la libellule au martin pêcheur.

Comme dans un temps lointain,
Le cours limpide anime aujourd'hui
Le défilé de la gorge en serpent
De ses longs murmures propices à la rêverie.

Les silences de la parole environnementale

de Jean-Marc CUGNASSE

Le débat volubile et animé
Semble progresser en substance,
Au gré des compétences
Et des avis autorisés.

Semble seulement,
Car faisant illusion à chaque instant,
Masqué derrière des lâchetés
Aux fausses couleurs de sincérité.

Les silences de la parole verbeuse
Dévoient la sincérité précieuse,
Vident de sens les échanges,
Et stérilisent les partages.

Les silences de la parole maîtrisée
Se gorgent sans pudeur
D'un mélange savant de fausse rigueur
Et de séduction dévoyée.

Les discoureurs y mêlent avec doigté
Des touches d'un impressionnisme flou,
Avec pour seul garde-fou
« Ne pas se trahir, ne pas se dévoiler ».

Ne pas révéler les profondeurs de soi,
Ses dualités assumées,
Duper l'autre jusqu'à se duper soi
Et coexister avec ce soi-même ... dupé !

Un faucon passe

de Jean-Marc CUGNASSE

Le ciel est bleu,
Immensément bleu,
Intensément bleu.

Sans nuage,
Sans orage,
Il m'apparaît hors d'âge.

Il semble pourtant s'ouvrir,
Comme une page à écrire,
Comme un rêve à vivre.

Soudain et d'un trait
Cette sérénité est troublée
Mais aussitôt recouverte.

Le trait fulgurant se perd au-delà des monts
Et m'apparaît comme une illusion,
Libérant dans son sillage mon imagination.



Voler sans ailes

de Jean-Marc CUGNASSE

Le bleu
 Dans lequel déambulent
 Des nuages tantôt moutonneux
 Tantôt épreuves d'artistes,

Cette mer
 A l'envers
 Qui se perd dans l'éther,
 Avec son air
 Tantôt posé,
 Tantôt indompté,
 Impalpable,
 Et toujours insaisissable,

Cette mer qui me contraint
 A scruter ses moindres recoins,
 A lui accorder toute mon attention
 Pour suivre les évolutions
 D'oiseaux sur l'aile
 Qui s'y déplacent à leur aise,
 Qui s'y amusent,
 Qui s'y séduisent,
 Qui y chassent,
 Qui s'y effacent,

Cette mer qui me fascine tant
 Depuis que je suis enfant,
 Qui me captive sans trêve,

Je lui confie aujourd'hui mes rêves
 De modeste
 Bipède
 Aptère,
 Nichés sous les couvertures alaires
 D'un milan noir à l'essor
 Vers le Nord,
 Vers un espace à regagner ou vacant,
 En ce beau jour de printemps.



© Jean-Marc CUGNASSE

Aube hivernale en Brenne

Par Amélia ROZELLE

Vivre l'instant présent,
Le partager,
Et observer la nature qui s'éveille.



Étang de la Mer Rouge (Rosnay - 36), décembre 2023 ; aquarelle © Amélia ROZELLE

A. Rozelle.

Haïkus

de Cécile DENIS

Descente en cascades
des oiseaux à la mangeoire
le chat n'est pas là

Envolée soudaine
des oiseaux tous azimuts
le chat apparaît

Notes passereaux
sautant d'une branche à l'autre
partition ailée

Le tilleul à nu
tronc puissant frêles ramures
accro à la vie



Haïkus

de Cécile DENIS

C'était un matin d'hiver, à la fenêtre,
regardant « notre » tilleul égayé d'oiseaux
mais les chats veillent aussi sur eux !

Comayras, 18 février 2024

Aux premiers grou-grou
je reconnus leur langage
et criai : des grues !

Dans la nuit noirnoire
impossible de les voir
de suivre leurs voies

Les haïkus sont des poèmes très courts
(en 3 vers de 5/7/5 pieds)
dont la forme nous vient du Japon.

C'est un rêve

Par Jean BONNET

un rêve d'un point
dans l'œil
je veux dire un point
dans le ciel de mon œil
... dans l'œil de l'aigle !

Quatorze heures neuf

Par Jean BONNET

neuf
vers la quatorze
tu pars
avec le même sourire intérieur
que les feuilles de l'automne
sans pendule
que le main de ton cœur
que les yeux de ton sang

... quatorze heures
neuf !?

J'envoie mon silence...

Par Jean BONNET

il n'est pas
... il est dans mon cœur
derrière les forêts des montagnes
- vers l'absence -
dans le bleu basculé
- j'envoie mon silence -
vers le seul poème
dans ses ailes
- le non-être-
reçoit mes non-mots
... il existe !

Comme ils disent

Par Jean BONNET

cinq cent mille kilos
dans le ciel
- comme arrêté en approche -
l'avion de ligne
à trois cent kilomètres/heure
... on compte ses roues
un kilogramme
précipité dans le ciel
le faucon pèlerin
en piqué sur un passereau
trois cent kilomètres par heure
... pour quelques grammes !?

La chaise rouge

Par Jean BONNET

sur le bord de mon cœur
... mon œil de côté
- feu de paille -
la chaise rouge
qui a perdu son cul ...

au fil des jours je la suis
- quand je passe -
elle n'est jamais recouverte
sur le bord de la décharge
... elle change de place !?

L'oiseau bleu (Rollier)

Par Jean BONNET

sous le ciel ...
qui fait des va et vient
dans le main du soleil

au miroir de ses ailes
l'oiseau bleu rare
qui fait des miracles

... de splendeurs de couleurs
et dont le spectacle
... m'émerveille !

Haute tension

Par Jean BONNET

leurs yeux de tous les jours
... je vis avec quelques petites têtes
d'alouettes lulu ...

je les connais avec le cœur
mais elles connaissent par cœur
tous mes agissements...

sur le fil en métal
qu'elles ensèrent de leurs serres,
ces présences capitales...

par leur chant bleu d'amour
- si audible si sensible -
... fêtent mon isolement !

L'Esparvièr

4 poèmes

de Pèire THOUY

Plume de naturalistes accueille pour la première fois des poèmes en occitan, langue de France ; pour ceux qui ne connaissent pas le dialecte languedocien et qui veulent dépasser la simple musique des mots, voici un lien vers un traducteur libre : <https://revirada.eu/>.

Esparvièr, Moisset gris, rapinaire discret,
 Tu, l'esglasi del Mèrle e de l'aucelet,
 Fai ta ronda long del rande e del bosquet,
 Lisa la rama sens arpir mon amiguet.
 Ta pata agafaira planta sas sagetas
 Dins la carn caudeta de mas amoretas.
 Lèu, ton bèc esquizaire arranca, valent,
 Milanta plumas qu'escampilha dins lo vent.
 Tres gotetas de sang fan monument al mòrt
 Que veirai pas mai volatejar dins mon òrt.



Un beleg dramatic folzeja l'aucelon,
 Fa fugir los Mèrles de totes los costats
 E fa calar los Passerats espaurugats :
 Deguns l'aviá vist arribar l'**Esparvaïron** !
 Cal dire que passa pertot l'**Esquironèl**
 E que pica vite amb sa pata bilha.
 Lo rapinaire a capitat sa pilha
 E la s'empòrta dins qualque boscatèl.
 L'uèlh que vaireja ten l'ulhada segura,
 Las alas, lo còs mancan pas de soplesa
 E la pata jauna e teunha es plan dura :
 Amb aqueles atots, garda la mestresa,
 Lo gris **Esparvièr**, de la paur'aucelilha.
 E badina pas per noirir sa familha !
 Ai de tu l'imprudent, de tu carcavielhit,
 Ai de tu l'empaitat e de tu l'adelit !
 Salve qual pòt !



Qu'es aquel boscatièr
Que vòla d'escondons
Long dels randes folhuts ?
Aquò's lo prim **Esparvièr**
Que caça los passerons
Que s'i son resconduts.
Prèp de l'ostal, dins la mata,
Cap de lòc segur, mon aucèl,
Lo bèc rai, mèfi la pata,
Garda-te d'aquel rapinèl !
Arpas finas, vestit discret,
Raubaire, plumaire biaissut,
Pel país se dis que lo **Moisset**
A la prima, vendrà Cocut.

Esparvièr se'n va far sa virada:
Quand vei Canarina engabiada,
Se risca sens consciéncia dins l'ostal
O rai, s'espotís contra lo veirial.
L'aucelon que becasseja pel prat
Serà tanben, de longa, secutat
Rasa lo rande, trauca l'esclairòl,
Fregant lo ròc e la terror semenant,
Ombra silenciosa, beleg de dòl.
Ziga-zaguejant, pertot alarma,
Acarassit al pus plond de l'arma.
Ausard, va sople amb Suspresa
Dins l'aucelum, agafar sa presa.
E benlèu pel caçarèl arpinat
Son qu'un romegàs l'agèssa salvat.
Esparvièr s'engulha dins l'arbram.



Le roc velu

Par Michel BARATAUD

Nous étions suspendus aux lèvres de l'attente
Volutes de promesses chuchotées
Comme un défi à l'âme patiente
Du flanc sauvage de la vallée

Nos prunelles jumelées escaladaient les rochers
Guettaient le frémissement d'une bruyère
La bête avait beau se cacher
Son parfum flottait dans l'air

Parfois la chance allume un phare
Une chaleur habille la roche
En écho à la ferveur du regard
Qu'une forme vivante accroche

Reposant sur une table de pierre
Tel le calice sur un autel ancien
Un corps velu absorbait la lumière
Du ravin sombre il était le gardien

Dans son sommeil interrompu
Il chassait des oreilles au museau
Avec sa large patte griffue
Des mouches ivres de ce manteau

Alors, dépliant sa lente puissance
L'ours leva son poids sur la Terre
Huma de la montagne les fragrances
Et dans le bois emporta son mystère

Esprit descendu de la préhistoire
Offrande à la nostalgie du veilleur
Tu souffles sur les braises de l'espoir
De nos foyers intimes pointe une lueur

*A Piero,
Asturies, octobre 2024*



Ours dans les herbes sèches
Observation 7 octobre 1953 ; Pogorelc (Slovénie)
Gravure sur bois de Robert Hainard n° 224 ; 1953 ; 5 planches, 6 couleurs
© Fondation Hainard - Bernex - CH

PLUME DE NATURALISTES



La nature en littérature



© Michel BARATAUD

Une rubrique du recueil annuel **numéro 8**
déc. 2024

SOMMAIRE

Le dernier des siens.

Sybille Grimbert.

présenté par : Cécile Denis p. 297

Claudine à l'école.

Colette.

présenté par : Michel Barataud p. 300

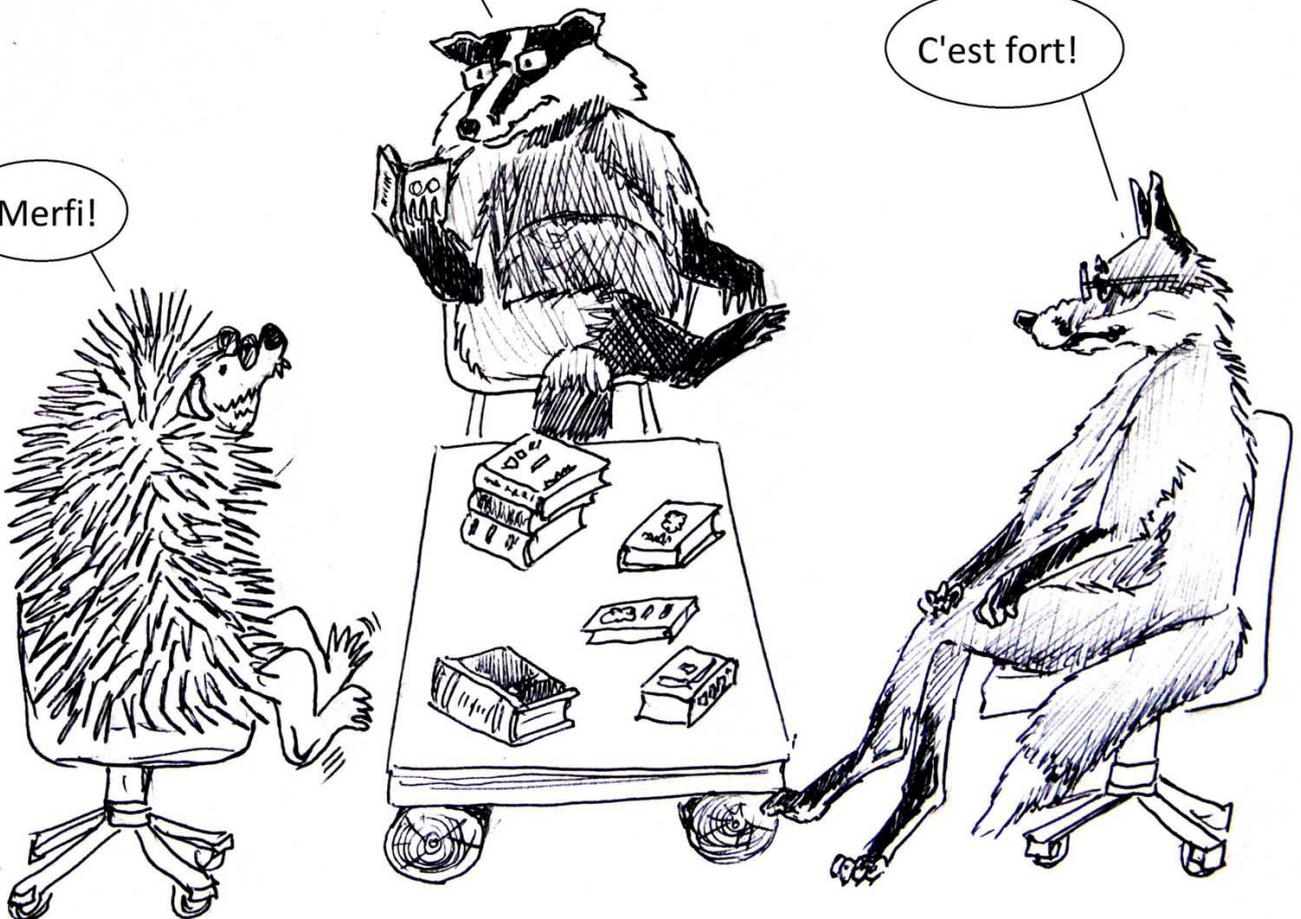
...et là, page 64, cette phrase glaçante: "Alors, allongé sur le macadam, je vis foncer vers moi, les deux soleils de la nuit."

C'est terrible!

Prenez un chewing-gum !

Merfi!

C'est fort!



Le dernier des siens

de Sibylle Grimbert

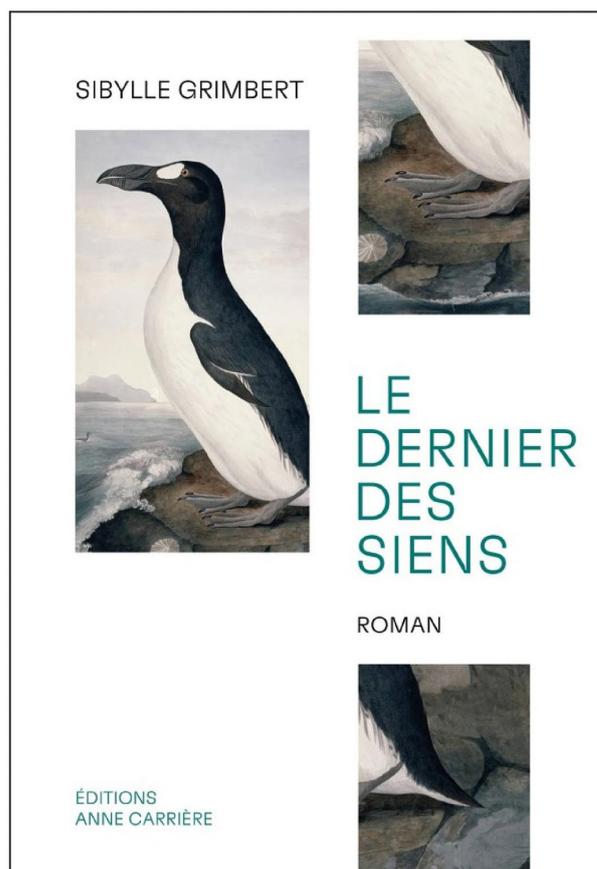
Par Cécile Denis

Le livre commence sur l'île d'Eldey, au large de l'Islande, par la description d'une chasse à la fois banale et terrible :

« De loin, seule la tache blanche de leur ventre se détachait sur la paroi de la falaise, surmontée d'un bec qui brillait, crochu comme celui d'un rapace, mais beaucoup plus long. Ils avançaient en balançant de droite à gauche ; on avait l'impression qu'ils prenaient leur temps, vérifiaient à chaque pas leur stabilité, et qu'à chaque pas ils rétablissaient leur corps par un roulement du bassin. Les hommes progressaient eux aussi avec difficulté, cherchant des appuis sur le sol détrempé et lourd de la petite île, le dos presque parallèle à la plage, bras et jambes écartés, comme des crabes géants en ligne face aux pingouins qui continuaient pourtant de se diriger vers le rivage à leur façon précautionneuse, totalement déplacée dans cette situation...

... Aujourd'hui, le ciel était d'un gris uni, et l'on voyait nettement, sous cette lumière plate, les silhouettes humaines et animales s'approcher les unes des autres sur la grève, puis, très vite, les hommes se jeter sur les oiseaux, certains les assommant avec des bâtons, d'autres les écrasant de tout leur poids, leur tordant le cou tandis qu'ils se débattaient. Quand les tueurs se

relevaient, ils emportaient les pingouins flasques, la tête coincée dans leurs poings, les jetaient sur un tas, et l'on pouvait distinguer les deux taches blanches entre leur bec et leur œil, comme des papillons posés sur la charogne. »



Grimbert Sibylle. 2022. *Le dernier des siens*. Ed. Anne Carrière. 220 p.

Auguste, le personnage principal de ce roman, assiste à la scène à bord d'une chaloupe où il récupère un pingouin blessé à l'aile, qui est vite enfermé dans une cage. Auguste, dit Gus, est loin d'imaginer que cet animal, qu'il emporte chez lui, va bouleverser sa vie de jeune scientifique, envoyé de France pour étudier la faune des Orcades en 1834.

Après des débuts difficiles, à force d'observations et de tentatives, Gus parvient à maintenir en vie son « protégé ». Au départ, Gus projette d'envoyer l'oiseau au musée d'Histoire naturelle. Mais au fil de rencontres, il apprend que le grand pingouin devient une espèce très rare et donc convoitée ; ses œufs, ses plumes et même les dépouilles se vendent à prix d'or. Gus comprend que la vie de l'oiseau est menacée et décide de le garder avec lui pour tenter de le sauver, de l'acclimater et de le faire se reproduire. Il le baptise Prosp et l'emmène tous les jours nager, une ficelle à la patte.

Suite à une agression, Gus est contraint de quitter les Orcades et s'installe aux Féroé. Il y rencontre Elinborg avec laquelle il se marie et bientôt, naîtront une fille puis un garçon. Dans leur jardin, un enclos est aménagé avec un plan d'eau pour Prosp, devenu pratiquement un animal de compagnie.

Gus se pose la question de la disparition des espèces qui, à l'époque, était inconcevable. Ainsi pense-t-il :

« La terre n'est que profusion. Certes, jadis, les mammoths... s'étaient éteints. Certes, les bêtes se transforment sans doute, les catastrophes les tuent ou, parfois, parce que les conditions autour d'elles changent, une espèce devient plus adroite et prolifère quand une autre s'amenuise. Mais la nature, si bien huilée, si bien équilibrée, empêche la fin de ce qui n'est pas nuisible à l'homme. Et d'ailleurs

la terre est si vaste que, peut-être, quelque part au milieu du Pacifique, ou dans les pôles gelés, sont cachées les espèces que l'on pensait mortes. »

C'est alors que Gus tente de retrouver des grands pingouins pour que Prosp puisse revivre avec les siens. Il part avec Prosp à Saint-Kilda où l'espèce était très abondante.

Mais la dizaine d'individus qui reste rejette sans appel ce spécimen venu d'ailleurs. Gus devient obnubilé par la quête d'autres grands pingouins, se renseigne auprès d'autres naturalistes qui le rassurent : il doit y en avoir d'autres à la surface du globe. Mais il apprend que les deux derniers grands pingouins de l'île d'Eldey ont été tués en 1844.

« Quelque chose le hantait, qu'il n'osait formuler. C'était douloureux comme ce qu'on regrette... Il ne s'agissait pas de ce que Gus avait fait, et pourtant il était responsable, puisqu'il était humain. Comment le dire ? Gus aurait mieux surmonté la disparition du grand pingouin s'il avait pu accuser un volcan, ou les orques, ou des ours blancs. Mais cet oiseau mourrait d'avoir été la matière première de ragoûts, de steacks noirs, d'huile qui n'était même pas meilleure que celle des baleines. »

Gus et sa famille quittent les îles Féroé pour le Danemark où Gus trouve un poste à l'université de Copenhague. Il y apprend que des grands pingouins subsistent quelque part au nord de l'Islande. Il décide alors d'embarquer avec Prosp auquel il s'identifie de plus en plus pour tenter à nouveau de le sortir de cette condition terrible d'être le dernier des siens. Sa quête sera vaine ; Gus se laissera presque mourir mais Prosp le sortira de cette profonde dépression avant de plonger pour toujours dans les eaux islandaises.

« Gus regardait les océans, immense surface plane d'où l'on avait aspiré les baleines en dessous de ciels vidés de leurs sternes. A ses heures perdues, il se prenait à réfléchir, sans l'avoir cherché, à un guépard stérile – et seul surtout – s'ennuyant à mourir dans une plaine d'Afrique. Les bruits autour de lui faisaient entendre un monde cacophonique, parce que la note du grand pingouin heureux manquait à son harmonie. Il voyait s'étaler devant lui un brouillon d'univers, le croquis raté d'un nouvel ordre sans aucune vie en plus, d'où les formes les plus drôles, les plus inattendues ou les plus belles – un artichaut, une panthère, une chauve-souris, une mandragore – s'effaçait, comme si chaque année il perdait une couleur. »

Ce roman très émouvant est le récit imaginaire d'une improbable amitié entre un humain et un animal que l'avidité et l'inconscience des hommes ont conduit à l'extinction, officiellement attestée en 1844.

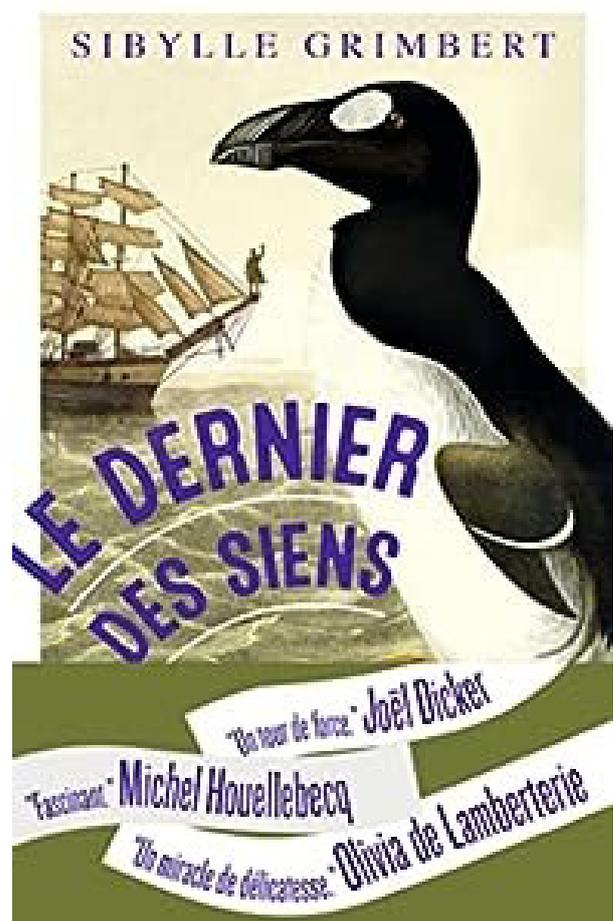
Le jeune naturaliste, au fur et à mesure qu'il s'attache à ce grand pingouin, se rend compte, sans pouvoir le concevoir, qu'il est sans doute dépositaire de l'un des derniers spécimens de cette espèce d'oiseau.

L'inacceptable devient réalité, l'éviter devient une obsession. Le jeune homme ne peut alors s'empêcher de se mettre dans la peau de l'animal, sachant pourtant que celui-ci n'a aucunement conscience de sa condition d'être le dernier des siens.

On pourrait craindre que l'écriture soit teintée d'anthropomorphisme mais il n'en est rien : l'oiseau est décrit en tant qu'animal, agit, réagit, vit sa vie, profondément bouleversée par les êtres humains.

Cette histoire est basée sur des lectures et des documents d'époque. Son intérêt

réside surtout dans la force des liens pouvant unir un homme et un animal et nous confronte à la disparition des espèces du fait des activités humaines, malheureusement devenue chose courante au XXI^{ème} siècle.



Grimbert Sybille. 2023. *Le dernier des siens*. Ed. J'AI LU. 224 p.

Claudine à l'école

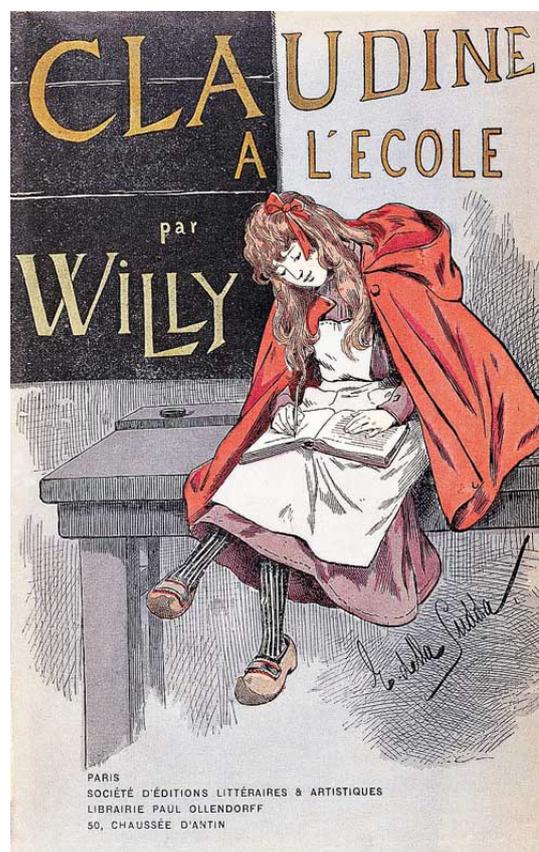
de Colette

Par Michel Barataud

Le charme, le délice de ce pays fait de collines et de vallées si étroites que quelques-unes sont des ravins, c'est les bois, les bois profonds et envahisseurs, qui moutonnent et ondulent jusque là-bas, aussi loin qu'on peut voir... Des prés verts les trouent par places, de petites cultures aussi, pas grand'chose, les bois superbes dévorant tout. De sorte que cette belle contrée est affreusement pauvre, avec ses quelques fermes disséminées, peu nombreuses, juste ce qu'il faut de toits rouges pour faire valoir le vert velouté de bois.

Chers bois ! Je les connais tous ; je les ai battus si souvent. Il y a les bois-taillis, des arbustes qui vous agrippent méchamment la figure au passage, ceux-là sont pleins de soleil, de fraises, de muguet, et aussi de serpents. J'y ai tressailli de frayeurs suffocantes à voir glisser devant mes pieds ces atroces petits corps lisses et froids ; vingt fois je me suis arrêtée, haletante, en trouvant sous ma main, près de la « passe-rose », une couleuvre bien sage, roulée en colimaçon régulièrement, sa tête en dessus, ses petits yeux dorés me regardant ; ce n'était pas dangereux, mais quelles terreurs ! Tant pis, je finis toujours par y retourner seule ou avec des camarades ; plutôt seule, parce que ces petites grandes filles m'agacent, ça a peur de se déchirer aux ronces, ça a peur des petites bêtes, des chenilles velues et des araignées des bruyères, si jolies, rondes et roses comme des perles, ça crie, c'est fatigué, insupportables enfin.

Et puis il y a mes préférés, les grands bois qui ont seize et vingt ans, ça me saigne le cœur d'en voir couper un ; pas broussailleux, ceux-là, des arbres comme des colonnes, des sentiers étroits où il fait presque nuit à midi, où la voix et les pas sonnent d'une façon inquiétante. Dieu, que je les aime ! Je m'y sens tellement seule, les yeux perdus loin entre les arbres, dans le jour vert et mystérieux, à la fois délicieusement tranquille et un peu anxieuse, à cause de la solitude et de l'obscurité vague... Pas de petites bêtes, dans

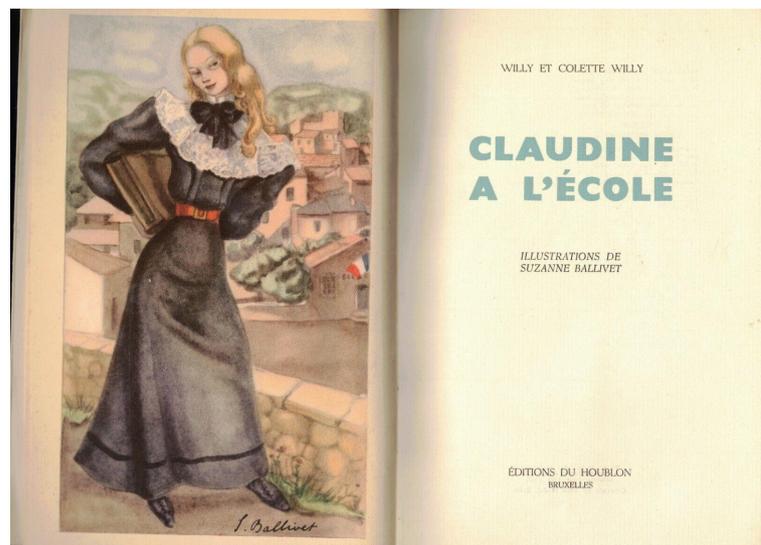


Editions Princeps, Paris. 1900.

ces grands bois, ni de hautes herbes, un sol battu, tour à tour sec, sonore, ou mou à cause des sources ; des lapins à derrière blanc les traversent ; des chevreuils peureux dont on ne fait que deviner le passage, tant ils courent vite ; de grands faisans lourds, rouges, dorés, des sangliers (je n'en ai pas vu) ; des loups - j'en ai entendu un, au commencement de l'hiver, pendant que je ramassais des fânes, ces bonnes petites fânes huileuses qui grattent la gorge et font tousser. Quelquefois des pluies d'orage vous surprennent dans ces grands bois-là ; on se blottit sous un chêne plus épais que les autres, et, sans rien dire, on écoute la pluie crépiter là-haut comme sur un toit, bien à l'abri, pour ne sortir de ces profondeurs que toute éblouie et dépaysée, mal à l'aise au grand jour.

Et les sapinières ! Peu profondes, elles, et peu mystérieuses, je les aime pour leur odeur, pour les bruyères roses et violettes qui poussent dessous, et pour leur chant sous le vent. Avant d'y arriver, on traverse des futaies serrées, et tout à coup, on a la surprise délicieuse de déboucher au bord d'un étang, un étang lisse et profond, enclos de tous côtés par les bois, si loin de toutes choses ! Les sapins poussent dans une espèce d'île au milieu ; il faut passer bravement à cheval sur un tronc déraciné qui rejoint les deux rives. Sous les sapins, on allume du feu, même en été, parce que c'est défendu ; on y cuit n'importe quoi, une pomme, une poire, une pomme de terre volée dans un champ, du pain bis faute d'autre chose ; ça sent la fumée amère et la résine, c'est abominable, c'est exquis.

J'ai vécu dans ces bois dix années de vagabondages éperdus, de conquêtes et de découvertes ; le jour où il me faudra les quitter j'aurai un gros chagrin.



Editions du Houblon, Bruxelles. Vers 1950.

Certaines œuvres littéraires se servent de la nature comme cadre, mais sans en témoigner avec une approche sensible, sentant le vécu.

C'est tout le contraire avec les premières pages de ce tout premier roman écrit par Colette en 1900.

« Claudine à l'école » décrit l'adolescence d'une jeune fille éprise de liberté dans un petit village : un témoignage historique de modestes vies humaines, dont l'introduction est un petit bijou de description d'escapades buissonnières.

Je me souviens de la fulgurance éprouvée lors de la découverte de cet extrait - sous le titre « Les bois de la Puisaye » - dans mon livre de classe de cinquième : un écrivain pouvait donc avoir vécu exactement ce que je vivais chaque dimanche dans la forêt de Vieillecour de mon Limousin natal ! Une rédaction inspirée de ce texte m'avait alors valu la meilleure note que j'ai dû recueillir en français durant toute ma scolarité ; sans doute la transcendance du vécu avec passion...

Bien plus tard, je me décidais à lire en entier le roman, et je fus fort surpris de constater que passé cette introduction

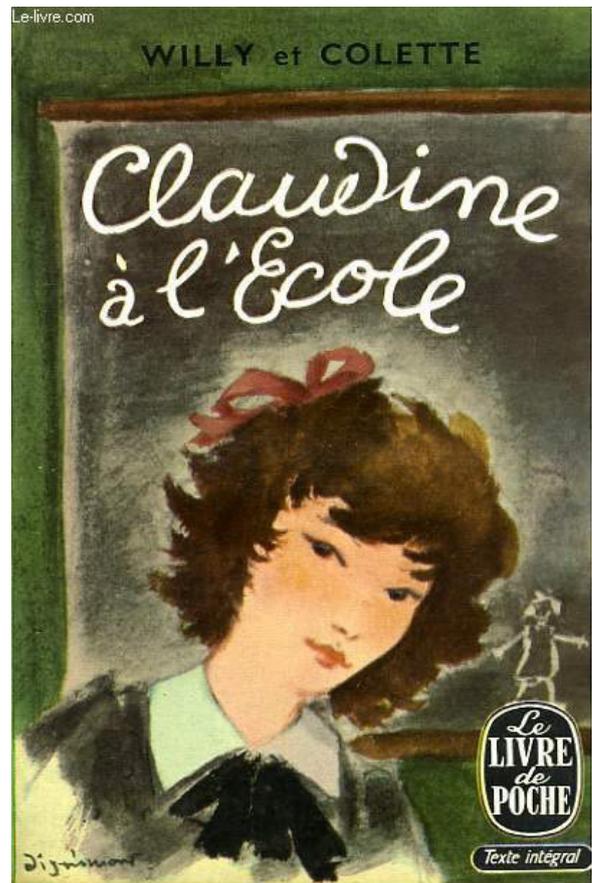
au ressenti intact, je plongeais dans un contexte bien différent, par ailleurs raccord avec le titre... J'entrais alors avec délice dans le monde de Colette...

La première édition de Claudine à l'école a été publiée sous le nom d'écrivain de son mari, Willy, qui l'utilisait (parmi d'autres) comme prête-plume ; ce n'est qu'après 1923, bien que séparée de Willy depuis 1905 et divorcée en 1910, qu'elle signera seulement « Colette », après avoir signé plusieurs romans « Colette Willy » : il n'était pas facile, même plusieurs décennies après George Sand, de se faire une réputation d'écrivaine à cette époque.

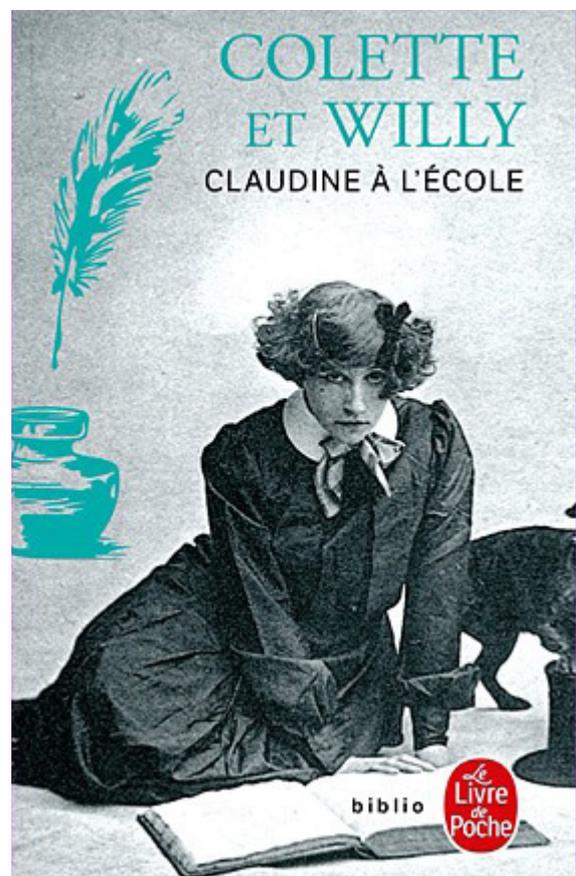
Toute la puissance évocatrice de Colette est contenue dans cette introduction de « Claudine à l'école ». Ses mots savent nous faire sentir les odeurs, les saveurs, les textures ; nous voyons ce « jour vert et mystérieux », notre cœur saigne aussi des grands bois qui tombent...

A la lumière de notre expérience naturaliste, nous pouvons bien sûr esquisser un sourire à la lecture de ces « grands bois qui ont seize et vingt ans » ; mais la poésie n'a que faire de la comptabilité temporelle. Comment ne pas se couler avec volupté dans nos souvenirs d'enfance, faits de découvertes animales, de sensations végétales, de fusions forestières, de refuges contre l'orage... Car, définitivement, l'enfance (si elle est bien vécue...) est notre paradis perdu, la palette qui teintera nos émotions futures.

Merci Colette. « Les bois de la Puisaye » m'ont procuré bien plus qu'une bonne note en français.



Editions du Livre de poche. Années 1960.



Editions du Livre de poche. Années 1980.

PLUME DE NATURALISTES



La nature en musique



Une rubrique du recueil annuel **numéro 8**
déc. 2024

SOMMAIRE

Julos BEAUCARNE

Poète et troubadour des Hommes et
de la Nature

présenté par : Michel BARATAUD

p. 303



Julos BEAUCARNE

Poète et troubadour des Hommes et de la Nature

Par Michel BARATAUD

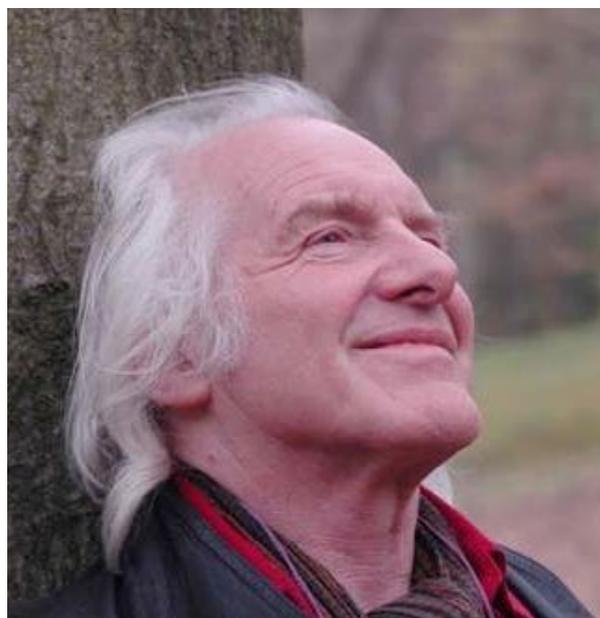
Si ce n'est pas déjà le cas parce qu'encore à l'âge de l'imprégnation, vous avez sûrement constaté que les musiques écoutées, aimées durant notre jeunesse, colorent durablement nos goûts musicaux ; plus que cela sans doute : notre sensibilité. Nous y revenons plus ou moins souvent, et dans chaque nouveauté qui attire notre oreille, on sent les influences ancrées, qui allument une lumière et nous susurrent : « c'est pas mal çà, tu devrais approfondir... ».

Enfant du rock anglo-saxon des années 1960-1970, j'ai pourtant découvert vers 20 ans le poète troubadour belge Julos Beaucarne. Plus qu'un grand écart... Mais il n'y a pas de hasard dans cette histoire, car mon enfance a été bercée autant par Brel que par les Rolling Stones.

Julos transporte (on peut encore en parler au présent bien sûr, bien que décédé récemment, en 2021) un monde multiple, riche de fausses contradictions : une pensée moderne attachée aux traditions musicales et linguistiques anciennes, une poésie où sagesse et fantaisie sont inextricables... Beaucoup d'auditeurs sont happés de suite, enrôlés dans des mélodies qui ne semblent simples que par les apparences, emmenés par des textes (parfois empruntés à des écrivains, des poètes) tantôt profond, mélancoliques, délirants, satiriques...

Ses concerts (j'ai eu la chance d'assister à plusieurs) étaient une sorte de longue (souvent plus de deux heures) communion tantôt joyeusement débridée tantôt émouvante aux larmes. Le bonhomme ressemblait à ses chansons ; aucun double fond ; 100 % nature.

Et la nature justement dans tout cela ? Elle fait partie du moule qui a façonné la pensée et l'œuvre de Julos. Créateur du Front de libération des arbres fruitiers, les références à une sensibilité forte envers la nature émaillent de nombreux textes, sous une forme poétique (*Quand vous serez au milieu de la grande vie paysanne*), naturaliste (*La potentille des montagnes*) ou militante (*La cil limited company* ; <https://www.youtube.com/watch?v=GZssCERCWMI>).

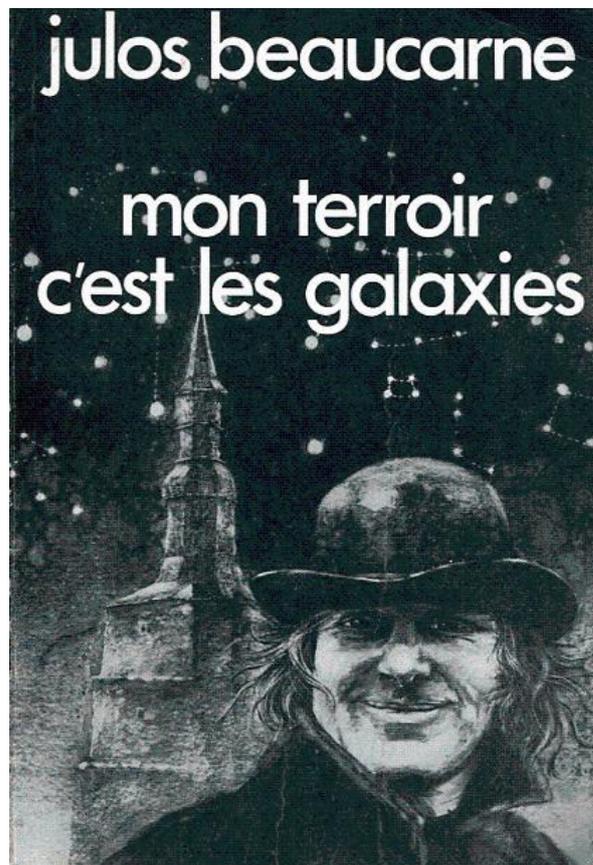


L'attachement au bonhomme prend une dimension qui effleure la fascination lorsqu'on apprend, au détour d'un article ou d'une discussion avec un connaisseur, le sens véritable de beaucoup de ses textes, qui vont de la narration directe (voir l'album « Chandeleur septante-cinq ») à l'allusion poétique, à propos d'un drame personnel absolu. Sa compagne et mère de ses enfants, Louise-Hélène France, est poignardée à l'âge de 33 ans, chez elle, par un homme recueilli et embauché pour lui venir en aide. Voilà Julos « *seul sur le pont avec ses deux petits moussillons* », évitant le naufrage par un surplus d'amour, une profondeur poétique accrue, une créativité musicale et littéraire qui va engendrer une série d'albums devenus cultes pour les amateurs.

Il est difficile de faire un choix au sein d'une galerie enchantée... Mais avec « Mon terroir c'est les galaxies » en 1978 (ne fuyez pas en vous disant : c'est trop vieux ; pas pour moi... Ce serait une grave erreur !) nous nous élevons à un niveau tutoyant les œuvres qui font aimer l'Histoire humaine. « Gaspard des montagnes », d'Henri Pourrat, est un roman connu ; mais son introduction revisitée par Julos, avec « La vieille Marie », fait naître des images nouvelles de l'ancienne Auvergne grâce à une mise en scène sonore et une voix à cappella impeccables.

Les deux albums qui suivent sont aussi dans cette même veine, avec « Le vélo volant » en 1979 (qui contient une des plus belles chansons d'amour que je connaisse : « Soizig ») et « Le chanteur du silence » en 1980, où l'on trouve « La potentille des montagnes » ce plaidoyer pour les plantes sauvages menacées.

Testez Julos et son monde. Et si par chance vous y succomez, son écoute apportera un refuge d'harmonie et d'humour qu'il est parfois difficile de trouver autour de soi au quotidien. Et même si votre engouement ne dure qu'un temps, il vous laissera un souvenir doux et durable. C'est important les souvenirs heureux. Julos a écrit à ce sujet une des plus belles phrases de la langue française : « *Le souvenir est fragile, et allumé comme un coquelicot dans le brouillard* » (Pointe aux anglais ; Le vélo volant, 1979).



« Mon terroir c'est les galaxies » c'est aussi un livre, recueil de textes de chansons, de poèmes, d'aphorismes, avec des dessins et des photos ; paru en 1980.



La vieille Marie

Il fait du vent sur une route
Et ce soir la lune est au ciel
Toute d'argent resplendissant
Comme un soir au pays d'Ambert
L'air sent la fougère et le foin
Demain c'est dimanche, la fête
Avec les garçons d'autrefois
Traînant les sapins frais coupés
Je reviens par la route blanche
On danse déjà dans l'auberge
Et que ce vent portait d'espoir
Les lunes passent, les années
Gaspard et tous sont morts
La vieille Marie contait et contait
Assise dos rond près de la fenêtre
Il pleuvait sur Goure et l'oiseau du hêtre
En çà du verger plein d'ombre, chantait
Les crimes des bois et ceux des domaines
Et toutes les peurs et tous les secrets
Ceux des pierres-fées et ceux des fontaines
Les farces du bal et des cabarets
La cloche d'Ambert battait sur les chênes
La vielle tintait aux prés du Chambon
Vide la chopine et taille au jambon
La boule en volant fait voler des quilles
Ces bourrées, les soirs, pour les jolies filles
Ces noces, trois jours à boire et manger
Les fêtes, les morts, les vies, tant à dire
Ceux-là qui s'aimaient, ceux-là qui partirent
Et tant à songer, et tant à songer
La maison, le frêne pleureur
Le puits-fontaine, ils sont là-bas
Avec tant de sombres matins
Tant de bises, tant de brouillard
Au bord de ce bois qui bleuit
Sous le vent poussant le nuage
Et si loin derrière les pays
Et les jours, et plus que cela
Mais notre sang est fort, ce sang
Pour toujours est de la montagne
Il la porte, la roule en lui
La nuit quand tout dort, elle parle
Je vois Fournol en rêve
La vieille Marie contait et contait
Quand le temps est bas, que les bois des
rampes
Houlent à long bruit sur le Mont Raudet
Tends le rideau rouge, allume la lampe
Et serrez-vous tous devant les landiers
Il va reneiger cette nuit, sans faute
Ces montagnes sont si sombres et si hautes
Et les chaumes gris, si seuls à mi-côte
Comme dans le temps, temps des
margandiers
Mais ici, le feu peint d'or un visage
Entre le lit-coffre et l'horloge à poids
Une ombre qui bouge aux cloisons de bois
Semble revenir de ces anciens âges
Maintenant le coeur bat étrangement

Parti dans le vent derrière ces dires
D'amitié, de peur, d'un autre tourment
Et pour n'y céder, alors il faut rire
Et pour n'y céder, alors il faut rire
Il fait du vent, et dans ce vent
Je veux partir, aller encore
Là-bas où je retrouverai
Le grand matin d'herbes et d'oiseaux
Là-bas où, luisant et tonnant
L'eau s'écroule au flanc de la roche
Où l'espace vous vient dessus
D'un coup, dans le large de l'aube
Où la liberté, l'amitié
Font lueurs dans les yeux des hommes
Là-bas, où boire sous les pins
Le vin d'endurance et de force
Au pays, en Auvergne
La vieille Marie contait et contait
Tout revient en tête, ainsi que c'était
Pour le nom d'un bourg, toute cette
Auvergne
Et le feu grondait et le vent chantait
Il me semble ouïr, au pré sous le vergue
Crier Béquebois, le père pivert
Et sentir un goût amèrement vert
De menthe et de terre au pâtis d'automne
Alors, où la tour fait face au levant
Dans le val perdu sous les branches d'ombre
Je vois se former au fond de ce vent
Un visage clair et de beaux yeux sombres
Un visage clair et de beaux yeux sombres
Et comme l'oeil suit à bout d'horizon
Quelque songe errant, aux nues entraîné
Le coeur va chercher, loin dans les années
Sur le vieux pays, sa grande chanson
Le coeur va chercher, loin dans les années
Sur le vieux pays, sa grande chanson

Mon terroir c'est les galaxies, 1978
Texte d'Henri Pourrat (Gaspard des
montagnes, 1931)

<https://www.youtube.com/watch?v=JWkuYsXZe6E>



Quand vous serez au milieu de la grande vie paysanne

Au milieu d'un champ, dans les loins
 Ou au cœur d'une forêt en automne
 Vous comprendrez qu'il y a loin de vous au cœur du monde
 Qu'il y a loin de votre coupe, aux lèvres de l'éternel
 Et vous écouterez bruire l'automne
 Et vous entendrez les feuilles tomber de vos arbres intérieurs
 Vous entendrez la voix de la terre
 Et le présent vous sautera aux yeux
 Comme un écureuil qui plonge sur l'arbre de la vie
 Croyez en l'extase des nuages
 Qui traversent les grands horizons
 Au petit vent du soir
 Au cœur de l'été chaud
 Croyez à la douceur d'une amitié
 Ou d'un amour
 À la main qui serre votre main
 Car demain, mais n'y pensez pas
 Demain éclateront peut-être les nuages
 Et l'orage emportera vos amours
 Tenez-les serrés
 Ne vous endormez pas sur un reproche non formulé
 Endormez-vous réconciliés
 Vivez le peu que vous vivez, dans la clarté

Mon terroir c'est les galaxies, 1978

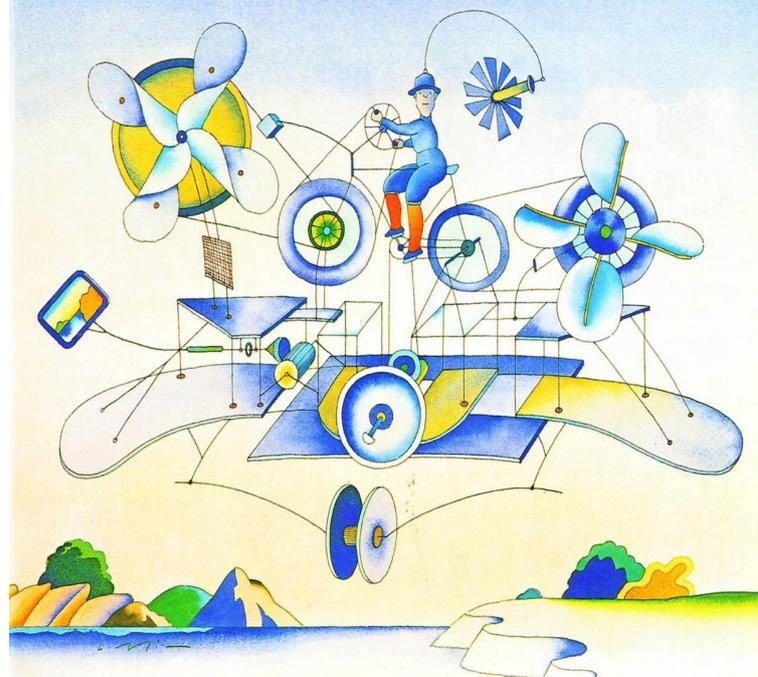
<https://www.youtube.com/watch?v=LhOfzTxz6Co>

La potentille des montagnes,

le carex de Schreber font-ils encore au Vésinet la joie des rares botanistes?
 Cueille-t-on encore à Montmorency l'ancolie, la linaigrette à larges feuilles, le carex de mer?
 À Domont, l'orchis vert, la pyrole mineure et la pyrole à feuilles rondes?
 À Nogent, près de la gare, la rarissime scutellaire de Columna, le carex pauvre?
 La tulipe sylvestre fleurit-elle toujours à Saint-Cloud?
 L'anémone pulsatile, belle herbe au vent, survit-elle au bois de Boulogne?
 Que de visages effacés à jamais!
 Que de richesse estimable seulement en monnaie de bonheur disparue sous la brique et l'asphalte, écrasée sous les pas !

Le chanteur du silence, 1980

<https://www.youtube.com/>



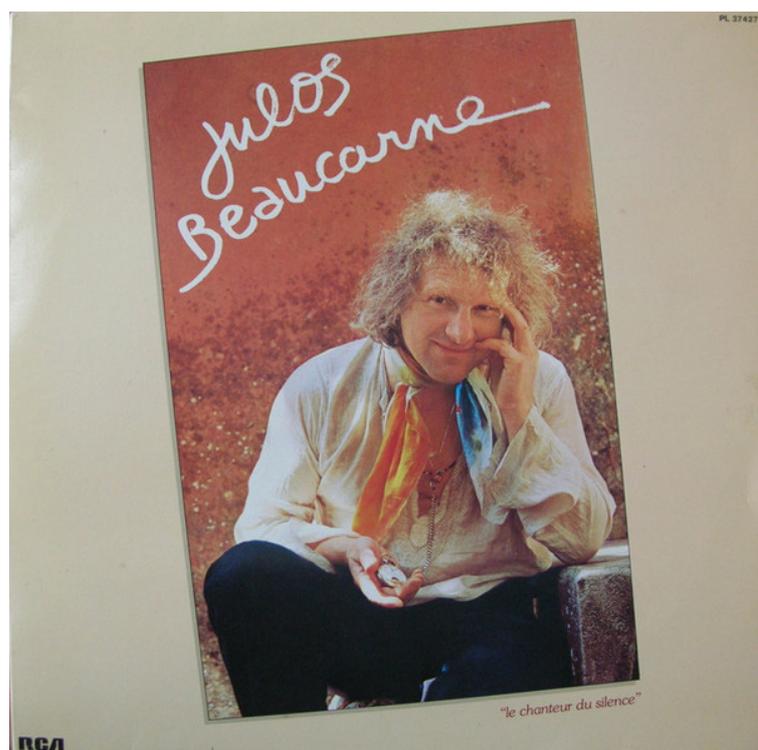
[watch?v=OW9uXaeSmSw](https://www.youtube.com/watch?v=OW9uXaeSmSw)

Si l'on me donnait un vaste territoire chauve

Je planterais, tant que le jour est long, des arbres
 À la fin de ma vie, je serais le père d'une forêt

Le vélo volant, 1979

<https://www.youtube.com/watch?v=TGo0DfZX0Ok>



La revue Plume de naturalistes
est ouverte gratuitement
à vos manuscrits,
vos idées et vos suggestions
que vous pouvez envoyer
à cette adresse :
revue-plume@outlook.com

Les informations sur la revue
et les instructions aux auteurs
sont disponibles sur le site
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

