

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 Vogel*, 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.

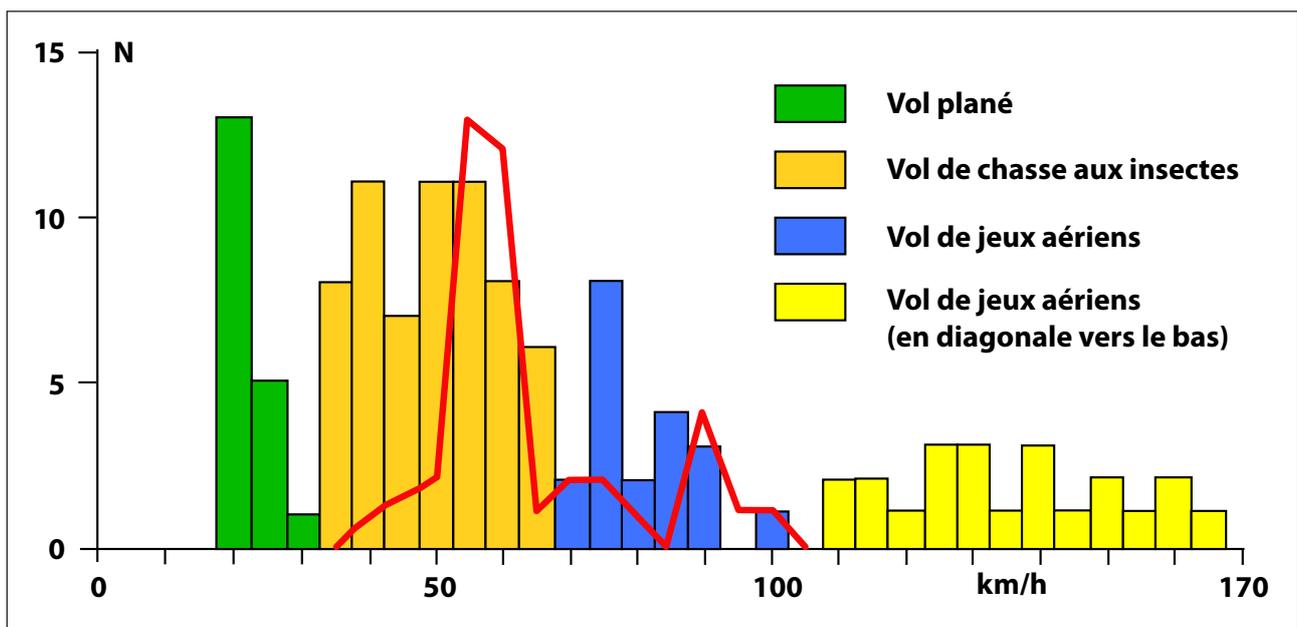


Figure 1. (d'après BRUDERER & WEITNAUER 1972)

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 Vogel* 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 « <i>Mein Vogel</i> » 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**) ».

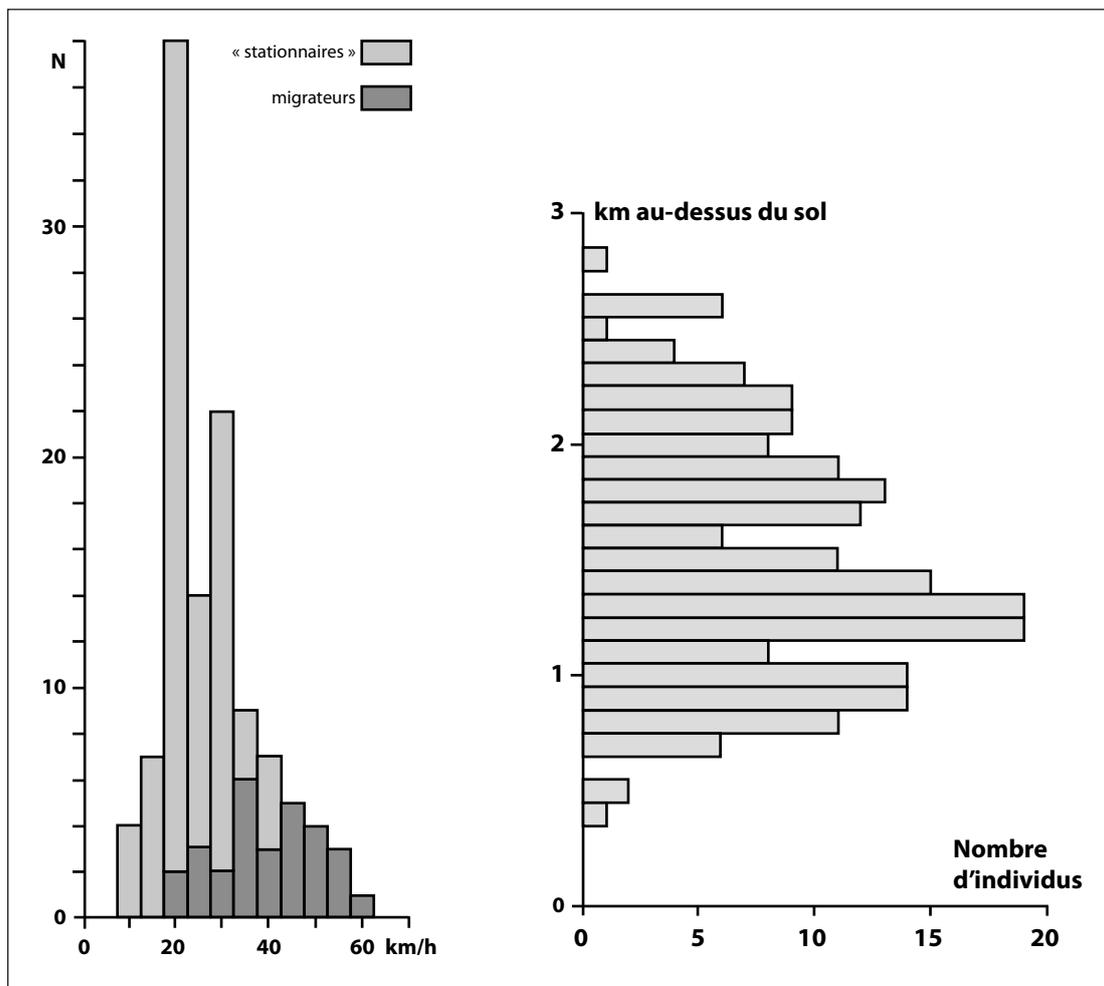


Figure 2. (d'après BRUDERER & WEITNAUER, 1972)
 À gauche : vitesses de vol des martinets en vol de nuit mesurées avec un radar de poursuite
 À droite : répartition en altitude des martinets au printemps 1971 et lors de deux nuits à la fin de l'été 1970.



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 ».

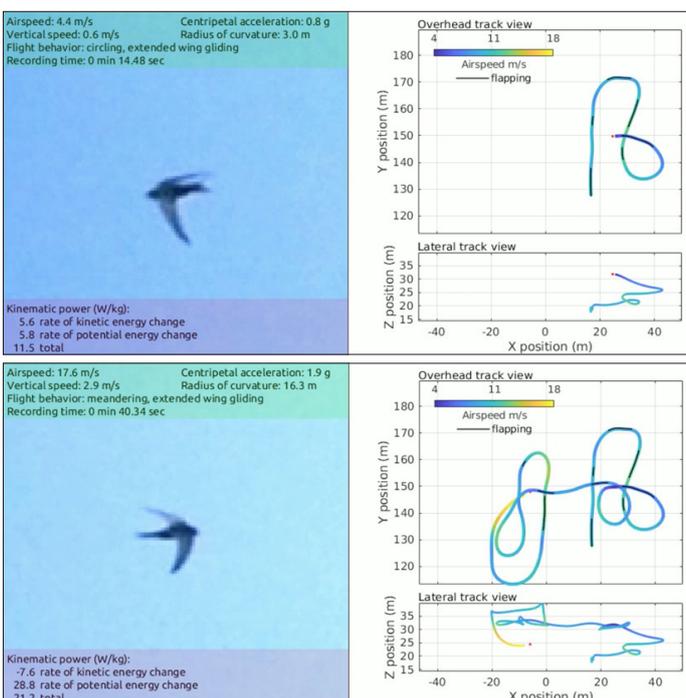
2. Pour le vol plongeant vers le nid, c'est la première donnée (22,9 m/s = 82,44 km/h) obtenue avec une méthodologie précise.

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 validés 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 Neste 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 Vogel*) 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 Nächtgens 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 Vogel* - 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