

ALAUDA

Muséum National d'Histoire Naturelle
Case postale 51 - 55 rue Buffon
F-75231 Paris cedex 05
FRANCE



S.E.O.F.

Société d'Etudes Ornithologiques de France

DEMANDE DE TIRÉS À PART ET DE FICHIERS PDF

Chèr(e) Collègue

Vous trouverez ci-joint l'épreuve de votre article et nous vous demandons de bien vouloir le corriger dans les huit jours afin de ne pas retarder la parution du fascicule d'Alauda.

Vos épreuves et vos demandes seront envoyées directement à :

QUETZAL communication - 28 rue des Cailloux - F-92110 Clichy

- Les auteurs publiant à **titre amateur et membre à la SEOF** recevront gratuitement un fichier PDF (payant pour les autres) et ils pourront commander des tirés-à-part imprimés payants (cf. ci-dessous).
- Les auteurs **professionnels** (mention d'un organisme sur l'adresse) ou les **non membres** pourront recevoir des tirés-à-part et/ou des fichiers PDF payants en remplissant la demande ci-jointe.

BON DE COMMANDE

NOM/prénom :

Adresse :

Code postal :

Courriel :

Je suis professionnel ou **non membre de la SEOF** et je désire un fichier PDF au prix de 20 euros *

Je suis professionnel ou **amateur** et souhaite recevoir des TAP imprimés :

	Non adhérent (- 20 pages imprimées)	Non adhérent (+ 20 pages imprimées)	Adhérent à jour (- 20 pages imprimées)	Adhérent à jour (+ 20 pages imprimées)
25 tap	<input type="checkbox"/> 37 Euros	<input type="checkbox"/> 57 Euros	<input type="checkbox"/> 26 Euros	<input type="checkbox"/> 36 Euros
50 tap	<input type="checkbox"/> 54 Euros	<input type="checkbox"/> 107 Euros	<input type="checkbox"/> 33 Euros	<input type="checkbox"/> 60 Euros
100 tap	<input type="checkbox"/> 103 Euros	<input type="checkbox"/> 186 Euros	<input type="checkbox"/> 76 Euros	<input type="checkbox"/> 137 Euros

Toute commande doit impérativement être accompagnée d'un chèque ou d'un bon de commande, libellés à SEOF (règlements administratifs) pour être pris en compte.

** Il s'agit d'une contribution pour aider à la publication de la revue Alauda.*

Vous remerciant pour votre collaboration, nous vous prions d'agréer chère(e) Collègue, l'expression de nos sincères salutations.

POLLEN TRANSPORTÉ PAR LES POUILLOTS VÉLOCES *Phylloscopus collybita* PENDANT LEUR HALTE MIGRATOIRE PRÉ-NUPTIALE

Sébastien PROVOST⁽¹⁾, Jérôme FOURNIER⁽²⁾ et Carole BÉGEOT⁽³⁾

Analysis of pollen carried by the Chiffchaff *Phylloscopus collybita* during their pre-nuptial migration. The Chiffchaff regularly visits the flowers of several species of trees and shrubs to feed on insects. In feeding this way, some feathers at the base of the bill and at the forehead accumulate pollen. These feathers tend to coalesce and to form small balls generally called "pollen horn". Pollen horns were collected at a ringing station, established at Carolles cliffs in the Western coast of the department of Manche, during the pre-nuptial passage of 15 March to 1st May 2009. Among the Chiffchaffs caught 28.7% (n = 303) carried pollen, but many of them carried not enough material to be suitably collected. The analysis of the pollen horns of 30 birds shows that the Eucalyptus *Eucalyptus* spp. represents 91,8% of the pollen present throughout the sampling period. This result indicates that the Iberian Peninsula, known for its large plantations of Eucalyptus, is an important stopover point for the spring migration for this species. During its migration, Chiffchaffs thus appear to complement their diet, mainly insectivorous, with inputs of nectar. The distance between stopover points also seems important as suggested by the freshness of the pollen horns collected.

Dessin François LOVATY

Mots clés: *Phylloscopus collybita*, Pollen horn, Analyse pollinique, Migration, Printemps.

Key words: *Phylloscopus collybita*, Pollen horn, Pollen analysis, Chiffchaff, Migration, Spring.

⁽¹⁾ Groupe Ornithologique Normand, Maison de l'Oiseau Migrateur, 33 bis rue de la Poste, 50 740 Carolles, France (seb.provost@wanadoo.fr).

⁽²⁾ Centre National de la Recherche Scientifique, UMR 7208 BOREA Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques et Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques, Station Marine, 38 rue du Port Blanc, 35800 Dinard, France (fournier@mnhn.fr).

⁽³⁾ Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-Environnement, 16 route de Gray, 25030 Besançon cedex, France (carole.begeot@univ-fcomte.fr).

INTRODUCTION

Le Pouillot véloce, tout comme la plupart des espèces de *Sylviidae*, visite les fleurs de nombreuses espèces végétales à la recherche de nourriture. Son régime alimentaire est essentiellement insectivore (BIBBY & GREEN, 1983; LAURSEN, 1978) mais de nombreux travaux ont montré que le Pouillot véloce et d'autres espèces de *Sylviidae*,

voire de Paridae, complètent régulièrement ce régime par des apports substantiels en nectar (BAKER, 1997; CECERE *et al.*, 2011; CORTÉS, 1982; FITZPATRICK, 1994; LAURSEN *et al.*, 1997; MERINO & NOGUERAS, 2003; ORTEGA-OLIVENCIA *et al.*, 2005; Schwilch *et al.*, 2001; SWYNNERTON, 1917; THAKE, 1980; VALIDO *et al.*, 2004). Les oiseaux sont connus pour être des agents pollinisateurs et leur contribution à la pollinisation de certaines



FIG. 1.– Pouillot véloce présentant plusieurs ‘pollen horns’ situées à la base de la mandibule supérieure, au-dessus de la narine (25 mars 2009, S. PROVOST). *Chiffchaff with several pollen horn at the base of the upper mandible, above the nostril (March 3, 2009, S. PROVOST).*

plantes a été bien documentée (ASH, 1959; CALVARIO *et al.*, 1989; CAMPBELL, 1963; FORD, 1985; HARRUP, 1998; ORTEGA-OLIVENCIA *et al.*, 2005; PAUW, 1998). Lorsque les oiseaux visitent les fleurs à la recherche d’insectes mais surtout de nectar, certaines plumes se chargent de pollen, celles du front en particulier. Le pollen a tendance à s’agglomérer à la base du bec puis à former de petites pelotes nommées « pollen-horns » par les auteurs anglo-saxons: littéralement « cornes de pollen » (FIG. 1 et 2).

La plupart des *Sylviidae* peuvent présenter ces pelotes de pollen, notamment les Fauvettes à têtes noires (*Sylvia atricapilla*) et des jardins (*Sylvia borin*), les Pouillots véloces (*Phylloscopus collybita*) et fitis (*Phylloscopus trochilus*) (CÉCERE *et al.*, 2011; LAURSEN *et al.*, 1997). Ces espèces sont connues pour hiverner soit dans la région méditerranéenne soit en Afrique sub-saharienne. Les routes migratoires suivent des axes bien connus à l’ouest et à l’est de la Méditerranée. L’analyse des grains de pollen transportés par les oiseaux



FIG. 2.– Pouillot véloce présentant des plumes collées par du pollen à la base du bec et sur la tête (22 mars 2009, S. PROVOST). *Chiffchaff with a pollen horn and feathers stuck with pollen on head (March 22, 2009, S. PROVOST).*

migrateurs peut renseigner sur la route suivie, le type de site de halte migratoire choisi et, de manière indirecte, le mode de migration adopté. Cette étude a pour objectif i) d’identifier les es-

pèces végétales visitées par les Pouillots véloces lors de leur halte migratoire à travers l'analyse du pollen transporté par leurs plumes; ii) de contribuer à comprendre les modalités de la migration chez cette espèce; iii) de comparer les résultats acquis avec ceux obtenus au Danemark par LAURSEN (*et al.*, 1997).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une campagne de baguage a été mise en place aux falaises de Carolles sur la côte occidentale de la Manche, pendant le passage pré-nuptial du 11 mars au 13 mai 2009 dans le cadre d'un programme halte migratoire du Programme National de Recherches Ornithologiques (FIG. 3). La station, d'une superficie d'environ 2,5 ha, se situe au sein d'une réserve du Groupe Ornithologique Normand, en convention avec le Syndicat mixte des espaces littoraux de la Manche. Le milieu se compose de petits boisements à Chêne pédonculé (*Quercus robur*), accompagné de Frêne (*Fraxinus excelsior*), d'Érable (*Acer* sp.), de Noisetier (*Corylus*

avellana) et de Charme (*Carpinus betulus*), de bosquets et de haies composés de Prunelliers (*Prunus spinosa*), de Houx (*Ilex aquifolium*), d'Aubépine (*Crataegus laevigata*), de Sorbier (*Sorbus aucuparia*) et de Lierre (*Hedera helix*) qui séparent des prairies à graminées. Une lande littorale à éricacées (*Erica* spp.) et Ajoncs (*Ulex* spp) en bord de falaises maritimes jouxte la station de capture.

Douze filets dit « japonais » de 12 m ont été ouverts de 6-7 heures du matin à 12 heures tous les jours sauf conditions météorologiques défavorables soit un total de 48 matinées de capture. L'utilisation de la « repasse » a été proscrite lors de ce programme. Les oiseaux capturés ont fait l'objet de toutes les mesures biométriques classiques. Tous les individus capturés qui présentaient des plumes collées par du pollen ont été recensés ($n = 87$). Toutefois, pour des raisons techniques, seules les pelotes de pollen particulièrement bien formées ont pu être collectées sur 30 individus. Elles ont été retirées très facilement à l'aide de pinces. Les échantillons ont été étiquetés, fixés à l'alcool à 70° et stockés dans des piluliers. Le pollen a été analysé ensuite selon les procédures standards actuellement en vigueur (FÆGRI & IVERSEN, 1989; MOORE *et al.*, 1991). La composition spécifique des pelotes de pollen a été réalisée à partir de la totalité des grains de pollen présent ou d'un échantillon d'environ 1 200 grains lorsque le pollen était très abondant.

RÉSULTATS

Description des captures

Le Pouillot véloce représente à lui seul 41,6 % ($n = 365$) du total des captures ($n = 877$) réalisées pendant la période considérée. La deuxième espèce la plus capturée est la Fauvette à tête noire (17,1 % soit $n = 150$) suivie du Pouillot fitis (6,61 % soit $n = 58$). Au total, 32 espèces différentes ont été capturées dont 13 à plus de 10 reprises qui représentent 93,5 % du total. Sur les 303 Pouillots véloces bagués, 87 présentaient des plumes collées par du pollen soit 28,7 %. Sur les 30 individus présentant des pelotes de pollen suffisamment développées pour être collectées, 16 étaient des mâles, 4 des

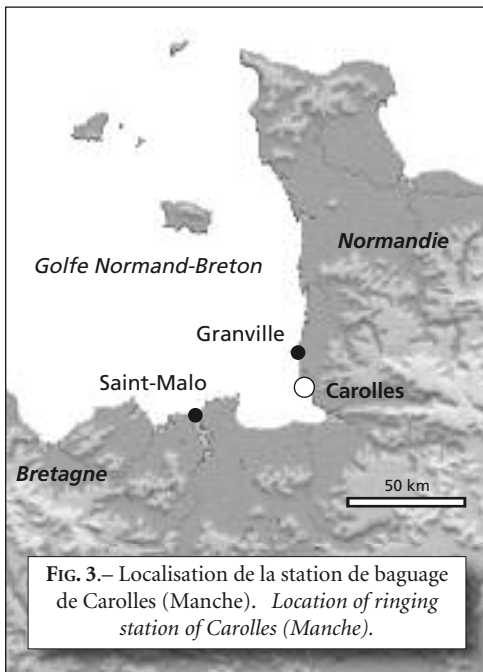


FIG. 3.— Localisation de la station de baguage de Carolles (Manche). Location of ringing station of Carolles (Manche).

femelles et 10 n'ont pu être sexés. Deux individus seulement avaient plus de 2 années, les autres ($n = 22$) étant majoritairement considérés comme des individus de deuxième année, d'après l'état de leur plumage. Un Pouillot fitis (mâle adulte) et une Fauvette à tête noire (femelle adulte) avaient aussi ce type de plumes. Ces deux individus ont également fait l'objet de prélèvements et d'analyses.

Phénologie des captures selon le sexe-ratio

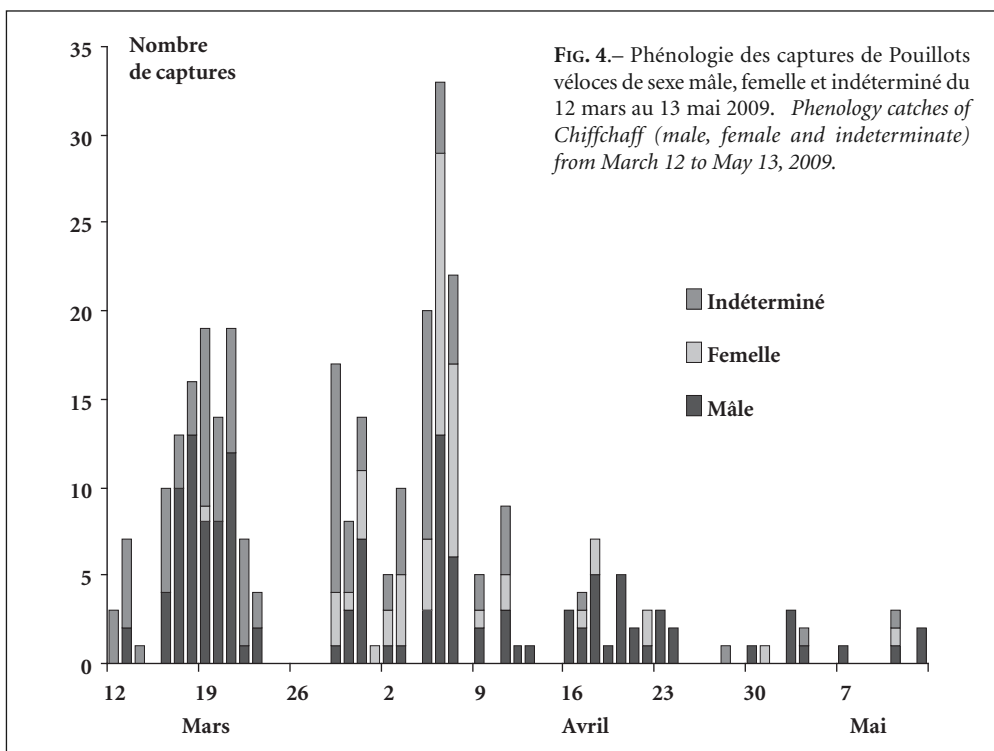
La figure 4 présente la phénologie des captures selon le sexe-ratio et met en évidence 2 pics de captures, l'un centré sur le 19 mars (12-23 mars) et l'autre sur le 6 avril (29 mars-13 avril). Le premier pic de capture est composé de 53,1 % de mâles, 46 % d'individus non sexés et 0,9 % de femelle; le second est composé de 28,8 % de mâles, 37,7 % d'individus non sexés et 33,5 % de femelles. La proportion de femelles et de mâles dans la population semble varier significativement entre les deux pics de capture (test du χ^2 avec correction de YATES: $\chi^2_{(2)} = 43,4$ $p <$

0,001). Si l'on regroupe les captures par périodes de 5 jours, la migration différentielle du Pouillot véloce sur le site de Carolles est bien respectée (test du χ^2 avec correction de YATES: $\chi^2_{(7)} = 66,8$ $p < 0,001$) (CATRY *et al.*, 2005).

La figure 5 permet d'observer la distribution bimodale des longueurs d'ailes mesurées pendant la période de capture. Le mode principal (60 mm) peut correspondre aux individus mâles et le mode secondaire (55 mm) à celui des femelles (SVENSSON, 1992).

Présence des pelotes de pollen en fonction du sexe, de l'âge, de la taille et de la masse des individus

La proportion d'individus présentant des pelotes de pollen ne semble pas varier significativement selon le sexe (test G: $G_{(1)} = 1,912$ $p = 0,167$) ni selon l'âge (test G: $G_{(2)} = 0,647$ $p = 0,724$). Les individus qui portent des pelotes de pollen sont en moyenne plus grands (aile pliée) ($x = 59,47$; IC95 % = 0,019; $n = 87$) que ceux qui n'en portent pas ($x = 58,78$;



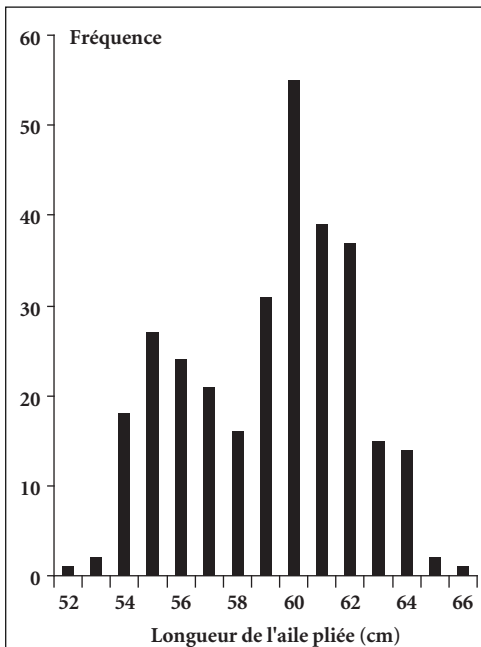


FIG. 5.– Histogramme des fréquences de longueur de l'aile pliée chez le Pouillot véloce mesurée à Carolles pendant le printemps 2009. *Frequency histogram of wing length of Chiffchaff measured during spring 2009 in Carolles.*

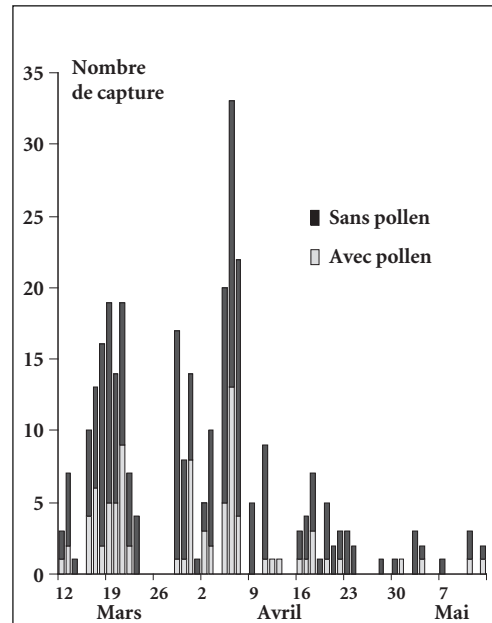


FIG. 6.– Phénologie des captures de Pouillots véloces porteurs ou non de pelotes de pollen du 12 mars au 13 mai 2009. *Phenology catches of Chiffchaff with and without pollen horn from March 12 to May 13, 2009.*

IC95 % = 0,012; $n = 216$). La différence n'est toutefois pas significative (ANOVA: $F_{(1,301)} = 3,55$ $p = 0,06$). Si l'on ne retient que les mâles, on observe que les porteurs de pelotes de pollen ne sont pas non plus significativement plus grands ($x = 61,08$; IC95 % = 0,005; $n = 48$) que ceux qui n'en portent pas ($x = 60,86$; IC95 % = 0,043; $n = 91$) (ANOVA: $F_{(1,137)} = 0,38$ $p = 0,53$). Les individus qui portent des pelotes de pollen ont presque exactement la même masse ($x = 7,31$; IC95 % = 0,0039; $n = 87$) que ceux qui n'en portent pas ($x = 7,31$; IC95 % = 0,0027; $n = 215$) (ANOVA: $F_{(1,297)} = 7,90$ $p = 0,99$). La figure 6 montre la phénologie des captures en séparant les individus porteurs ou non de pelotes de pollen. Dans le premier pic de capture, 31,9 % des individus présentent des pelotes de pollen; dans le second pic, 27,4 %. La différence observée n'est toutefois pas significative (test G: $G_{(1)} = 0,6$ $p = 0,435$).

Composition pollinique des plumes

Le tableau I présente les résultats issus des analyses polliniques. 18 espèces de plantes (14 arbres et arbustes et 4 plantes herbacées) dominent dans les pelotes et sont présentes à plus de 1 %. Ce sont l'Eucalyptus (*Eucalyptus*), le Saule (*Salix*), le Bouleau (*Betula*), le Frêne (*Fraxinus*), le Chêne (*Quercus*), l'Érable (*Acer*), un arbre de la famille des *Rosaceae* (*Prunus/Sorbus*), le Pin (*Pinus*), le Lierre (*Hedera helix*), le Buis (*Buxus*), l'Acacia (*Acacia*), le Sureau (*Sambucus*), le Peuplier (*Populus*), la Viorne (*Viburnum*), le Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) et des herbacées de la famille des *Anthemideae*, des *Lamiaceae* et des *Carophyllaceae*. D'autres plantes sont présentes sous forme de traces et n'ont pas été citées dans le tableau final. Ces plantes sont l'Aulne (*Alnus*), le Noisetier (*Corylus*), le Charme (*Carpinus*), l'Orme (*Ulmus*), le Lilas/Olivier (*Oleaceae Syringua-olea*), la Bruyère (*Ericaceae*), le Nerprun (*Rhamnus*) et les Grami-

Espèces	PHYCOL															
	Mois															
	Mars															
<i>Eucalyptus</i>	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,9	93,9	98,6	90,4
<i>Salix</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Betula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0
<i>Quercus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosacea</i>																
(<i>Prunus/Sorbus</i>)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	5,2	+	0
<i>Pinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hedera helix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Buxus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
<i>Acacia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,2
<i>Sambucus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Populus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Viburnum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthemideae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamiaceae</i> type																
<i>Mentha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carophyllaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLEAU I.– Composition floristique (en %) des pelotes de pollen des Pouillots véloces (PHYCOL) ($n = 30$), du Pouillot fitis (PHYLUS) ($n = 1$) et de la Fauvette à tête noire (SYLATR) ($n = 1$) capturés à Carolles pendant le printemps 2009. (“+”: $< 1\%$). Les données sont présentées selon l’ordre chronologique.

nées (*Poaceae*), les Laïches (*Cyperaceae*), les Crucifères (*Brassicaceae*), l’Orpin/Joubarbe (*Crassulaceae*), les Composées liguliflores (*Cichorieae*), l’Oseille (*Rumex*), le Myriophylle (*Myriophyllum*), l’Ortie (*Urticaceae*), les Renoncules (*Ranunculaceae*), les Ombellifères (*Apiaceae*), les Coquelicots (*Papaveraceae*) et les genres *Thalictrum* et *Gentianella*.

Les pollens des plumes des Pouillots véloces sont essentiellement issus de l’Eucalyptus (*Eucalyptus* spp) ($x = 95\%$; $IC95\% = 0,079$; $n = 30$). Si l’on ôte les deux pelotes aberrantes, la moyenne est de 96,1 % ($IC95\% = 0,05$; $n = 28$). Treize pelotes dépassent 99 % (dont un cas à 99,9 %) de pollen d’Eucalyptus. Les autres espèces ne sont présentes que très irrégulièrement, ce qui ôte tout intérêt au calcul d’une moyenne. Toutefois, onze pelotes comptent du pollen de Saule (*Salix*) dans des proportions assez variables (1,5-12,4 %) et 8 pelotes du

	Estimate	Ecart-Type	t	p
(Intercept)	1061,02	178,94	5,93	2,95e-06 ***
% Eucalyptus	-7,23	1,86	-3,89	0,00063 ***
R ² multiple : 0,3674 ; R ² ajusté : 0,343 ; F _(1,26) = 15,1 ; p = 0,00062 *** : p < 0,001				

TABLEAU II.– Analyse de régression linéaire entre le pourcentage de pollen d’Eucalyptus en relation avec la date de capture. *Linear regression analysis of relationship between the percentage of pollen of Eucalyptus and the date of capture.*

pollen de Prunellier (*Rosaceae Prunus/Sorbus*) dans des proportions extrêmement variables (1,4-87,1 %). Les Pouillots véloces capturés tôt en saison (mars) portaient des pelotes composées presque exclusivement de pollen d’Eucalyptus contrairement à ceux capturés plus tard (TAB. I). Une régression linéaire a permis de montrer que le pourcentage de pollen d’Eucalyptus trouvé dans les plumes des Pouillots véloces décroît significativement ($F_{(1,26)} = 15,1$; $p < 0,001$) au fur et à mesure que l’on avance dans la saison (TAB. II).

seaux. Une recherche récente menée dans l'île de Ventotene au large de Naples a montré que les Fauvettes à têtes noires et les Fauvettes passerinettes transportaient elles aussi des pollens de *Citrus* et d'*Eucalyptus* (CECERE *et al.*, 2011), taxons rares ou absent de cette île.

Il existe plusieurs espèces d'*Eucalyptus* (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis* notamment) qui ont été introduites en Europe, au Portugal, en Galice et dans le Sud de l'Espagne notamment, pour l'industrie de la pâte à papier. Les premières plantations ont eu lieu dès 1829 au Portugal et à partir de 1880 en Espagne (Seigue, 1985). En 2005, on estimait la superficie plantée à 672 000 ha au Portugal, soit 21 % de la surface totale de forêts (Portuguese Paper Industry, 2005). En Espagne, les plantations monospécifiques représentaient, en 2008, 540 000 ha et les plantations mixtes 282 150 ha soit un total de 822 150 ha (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2008). Ces arbres, qui appartiennent à la famille des *Myrtaceae* sont connus pour produire une très grande quantité de nectar et pour attirer, par voie de conséquence, les insectes et les oiseaux nectarivores qui deviennent des vecteurs de la pollinisation.

Des pelotes ont été trouvées pendant toute la période de capture tout comme l'avaient déjà remarqué LAURSEN *et al.* (1997) au Danemark. En revanche, le pourcentage d'*Eucalyptus* dans les pelotes récoltées à Carolles diminue significativement de mars à mai (TAB. II), ce qui s'explique par la phénologie de la floraison de cette espèce. 28,7 % des Pouillots véloces portaient des pelotes de pollen contre 1,8 % dans l'étude menée au Danemark par LAURSEN *et al.* (1997). L'étude danoise montre que 88 % des pelotes ont été collectées pendant le mois de mai ce qui n'est pas le cas dans l'étude menée à Carolles qui montre que la majorité des pelotes sont collectées dans la dernière décade de mars et la première décade d'avril. L'étude italienne de CECERE *et al.* (2011) a montré que 40 % des Fauvettes passerinettes et 20 % des Fauvettes à têtes noires et des Fauvettes des jardins transportaient du pollen d'*Eucalyptus* et ce, pendant toute la période de capture (avril-mai). La situation géographique de la péninsule de la Manche explique aisément les différences notées dans les études danoise et française.

Les Pouillots véloces hivernent dans le bassin Méditerranéen et en Afrique occidentale subsaharienne (Sénégal, Soudan) (BAKER, 1997). L'identification des espèces végétales présentes dans les pelotes de pollen permet de préciser le type de site de halte migratoire utilisé par cette espèce et d'émettre des hypothèses quand au mode de migration choisi, à la route suivie et à la durée des haltes migratoires. Les très vastes plantations d'*Eucalyptus* semblent très clairement être utilisées par les Pouillots véloces soit pendant leur hivernage pour les individus qui s'établissent dans le sud-ouest de la péninsule ibérique, soit pendant une halte migratoire pour les individus qui arrivent d'Afrique et effectuent une migration longue. Les Pouillots véloces qui portent des pelotes de pollen proviennent-ils d'Afrique ou de la Péninsule ibérique? Les deux scénarios sont possibles.

Migrateurs en provenance d'Afrique?

Les individus qui portent des pelotes ont des ailes plus longues en moyenne que ceux qui n'en portent pas, bien que ce résultat ne soit pas statistiquement significatif. En revanche, aucune différence de masse n'a été décelée. Il n'a jamais été retrouvé de pollen émanant d'espèces tropicales. Il est possible de l'expliquer par un régime exclusivement insectivore sur les lieux d'hivernage en Afrique subsaharienne mais qui reste à démontrer. Lors de cette longue migration, les individus arrivent sur la péninsule ibérique fatigués et ont besoin de refaire des réserves. La réponse adaptative est de changer, temporairement et non exclusivement de régime alimentaire (PILASTRO & SPINA, 1997). En mars, les insectes, encore peu abondants, sont des proies mobiles difficiles à capturer (LÓPEZ-IBORRA *et al.*, 2005). Le nectar d'*Eucalyptus*, en revanche, est très abondant et aisé à consommer. Il a été montré qu'à la suite d'une longue étape migratoire, l'appareil digestif, s'étant réduit, ne permet que difficilement l'ingestion d'insectes (SCHWILCH *et al.*, 2001). L'apport en sucres (sucrose, glucose, fructose) permet ainsi de reconstituer rapidement les réserves à un faible coût énergétique (KLAASSEN & BIEBACH, 1994; JENNI & JENNI-EIERMANN, 1998). L'hypothèse d'une courte halte dans ces plantations a été émise par LAURSEN *et al.* (1997) et SCHWILCH *et al.* (2001)

en raison de la pureté des pelotes de pollen composé à plus de 90 % (parfois beaucoup plus) d'Eucalyptus. La durée de la floraison de l'Eucalyptus est assez longue et s'étale de la fin de l'hiver jusqu'au début du printemps. Les résultats acquis ne permettent pas de valider cette hypothèse mais montrent que seules les plantations d'Eucalyptus sont visitées lors de la halte migratoire, à l'exclusion de tout autre type d'habitat. L'analyse pollinique seule ne permet pas de connaître la durée de la halte, seulement le type d'habitat choisi. L'hypothèse de LAURSEN *et al.* (1997) et SCHWILCH *et al.* (2001) pourrait être validée grâce à un suivi individuel à court pas de temps. Le mode de migration adopté par le Pouillot véloce semble être celui de longues distances entre sites d'escale migratoire. Un mode de migration différent, de type migration rampante, aurait pour conséquence la présence d'autres espèces de plantes dans les pelotes portées par les oiseaux.

Migrateurs ibériques ?

Il est aussi possible que les Pouillots véloces avec pelotes capturés à Carolles aient hiverné dans la péninsule ibérique. Le comportement nectarivore de l'espèce pendant l'hiver lui permet de résister aux températures plus basses et de pallier le manque d'insectes (BIBBY & GREEN, 1983; LÓPEZ-IBORRA *et al.*, 2005). Toutefois, un long séjour, voire un hivernage complet, dans les plantations d'Eucalyptus est plus difficile à imaginer. Un Pouillot véloce présentait une pelote composée à 66 % d'Eucalyptus -seulement- et d'autres espèces en mélange. Ce type de composition pollinique est plus à même d'entrer dans ce deuxième scénario. Le Pouillot fitis, migrateur transsaharien, présentait une pelote composée à 67 % d'Eucalyptus mais avec une part non négligeable de Prunellier, de Buis et de Viorne. Il est ainsi possible que cet individu ait effectué une halte plus prolongée puisque la composition pollinique des pelotes de pollen est plus mélangée. L'étude de CECERE *et al.* (2001) menée sur des Fauvettes du genre *Sylvia* semble montrer que les espèces qui migrent sur de petites distances (*Sylvia atricapilla*, *S. cantillans*) transportent des quantités plus élevées de pollen d'Eucalyptus et de *Citrus* que les espèces qui migrent sur des distances plus grandes comme *S. borin*.

Les hivernants « locaux »

A contrario, un Pouillot véloce présentait une pelote sans aucune trace d'Eucalyptus mais composée principalement de Prunellier et de Saule. Ce Pouillot semble, lui, ne pas avoir migré même partiellement tout comme la Fauvette à tête noire qui portait une pelote composée de Prunellier, de Lierre et de Chêne.

La composition des pelotes de pollens transportées par les oiseaux renseigne sur plusieurs aspects de leur biologie et de leur écologie pendant leur migration. Deux hypothèses peuvent être proposées. Le Pouillot véloce tire parti de son caractère généraliste pour changer d'habitat quand cela lui est favorable. Les hivernants ibériques n'utilisent les plantations d'Eucalyptus que ponctuellement, pendant la floraison surtout. Les hivernants africains utilisent presque exclusivement les plantations d'Eucalyptus pour refaire leurs réserves nécessaires à la poursuite de leur migration. La durée de la halte des Pouillots véloces au sein des plantations d'Eucalyptus pose encore problème. Cette question peut être résolue grâce à des techniques modernes comme les *geolocators* dont on attend qu'ils soient suffisamment miniaturisés pour être utilisés sur ces espèces de petites tailles. Les plantations d'Eucalyptus, et leur extension, posent de nombreux problèmes environnementaux dans de nombreux domaines comme la consommation en eau, l'érosion et appauvrissements des sols, perte de biodiversité, pollutions par pesticides, risques d'incendies etc. Ces plantations semblent toutefois avoir une fonction écologique en servant de halte migratoire aux espèces de Pouillots, celle du Pouillot véloce en particulier.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Professeur Karsten LAURSEN (Aarhus University, Danemark) et Pierre NICOLAU-GUILLAUMET (MNHN) pour l'aide apportée à ce travail, en matière de références bibliographiques notamment, Dr Andrea de CASTRO PANIZZA et MSc Laura SORDO de Las NIEVES pour les informations relatives aux surfaces cultivées d'Eucalyptus au Portugal et en Espagne et Dr Laurent GODET (CNRS) pour la relecture du manuscrit. Cette étude a pu être réalisée grâce au soutien du président du Groupe Ornithologique Normand, Gérard DEBOUT et de nombreux

bagueurs dont Benoît LECAPLAIN et Didier GUILLON et d'encore plus d'aides-bagueurs et de bénévoles trop nombreux pour être cités. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme Halte Migratoire (Axe 3 du PNRO) piloté par D^r Frédéric JIGUET (CRBPO/MNHN).

BIBLIOGRAPHIE

- ASH (J.S.) 1959.— Pollen contamination of birds. *British Birds*, 52 : 424-426.
- BAKER (K.) 1997.— Warblers of Europe, Asia and North Africa. Christopher Helm, London, 400 p.
- BIBBY (C.J.) & GREEN (R.E.) 1983.— Food and fattening of migrating warblers in some French marshlands. *Ringing and Migration*, 4 : 175-184.
- CALVARIO (E.), FRATICELLI (F.), GUSTIN (M.), SARROCCO (S.) & SORACE (A.) 1989.— The Blackcap *Sylvia atricapilla* and the Garden Warbler *Sylvia borin* as pollinators of *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae). *Avocetta*, 13 : 53-55.
- CAMPBELL (W.D.) 1963.— Warblers as pollinators in Britain. *British Birds*, 65 : 111-112.
- CATRY (P.), LECOQ (M.), ARAÚJO (A.), CONWAY (G.), FELGUEIRAS (M.), KING (M.B.), RUMSEY (S.), SALIMA (H.) & TENREIRO (P.) 2005.— Differential migration of chiffchaffs *Phylloscopus collybita* and *P. ibericus* in Europe and Africa. *Journal of Avian Biology*, 36 : 184-190.
- CECERE (J.G.), CORNARA (L.), MEZZETTA (S.), FERRI (A.), SPINA (F.) & BOITANI (L.) 2011.— Pollen courriers across the Mediterranean: the case of migrating warblers. *Ardea*, 99 : 33-42.
- CORTÉS (J.E.) 1982.— Nectar feeding by European passerines on introduced tropical flowers at Gibraltar. *Alectoris*, 4 : 26-29.
- FÆGRI (K.) & IVERSEN (J.) 1989.— *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, Chichester, 328 p.
- FITZPATRICK (S.) 1994.— Nectar-feeding by suburban blue tits: contribution to the diet in spring. *Bird Study*, 41 : 136-145.
- FORD (H.A.) 1985.— Nectarivory and pollination by birds in southern Australia and Europe. *Oikos*, 44 : 127-131.
- HARRUP (B.) 1998.— Wintering Blackcaps taking nectar from, and probably pollinating, Mahonia. *British Birds*, 91 : 201.
- JENNI (L.) & JENNI-EIERMANN (S.) 1998.— Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *Journal of Avian Biology*, 29 : 521-528.
- KLAASSEN (M.) & BIEBACH (H.) 1994.— Energetics of fattening and starvation in the long-distance migratory Garden Warbler, *Sylvia borin*, during the migratory phase. *Journal of Comparative Physiology B*, 164 : 362-371.
- LAURSEN (K.) 1978.— Interspecific relationships between some insectivorous passerine species, illustrated by their diet during spring migration. *Ornis Scandinavica*, 9 : 178-192.
- LAURSEN (K.), HOLM (E.) & SORENSSEN (I.) 1997.— Pollen as a marker in migratory warblers, *Sylviidae*. *Ardea*, 85 : 223-231.
- LÓPEZ-IBORRA (G.), LIMIÑANA (R.), PEÑARRUBIA (S.G.), PINHEIRO (R.T.) 2005.— Diet of common Chiffchaffs *Phylloscopus collybita* wintering in a wetland in south-east Spain. *Revista Catalana d'Ornitologia*, 21 : 29-36.
- MERINO (S.) & NOGUERAS (I.) 2003.— Loquat *Eriobotrya japonica* as a winter nectar source for birds in central Spain. *Ardeola*, 50 : 265-267.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO 2008.— *Anuario de estadística forestal 2008*. Madrid, 96 p.
- MOORE (P.D.), WEBB (J.A.) & COLLINSON (M.E.) 1991.— *Pollen analysis*. Blackwell Science, Oxford, 216 p.
- ORTEGA-OLIVENCIA (A.), RODRÍGUEZ-RIAÑO (T.), VALTUENA (F.J.), LÓPEZ (J.) & DEVESA (J.A.) 2005.— First confirmation of a native bird-pollinated plant in Europe. *Oikos*, 110 : 578-590.
- PAUW (A.) 1998.— Pollen transfer on birds' tongues. *Nature*, 349 : 731-732.
- PILASTRO (A.) & SPINA (F.) 1997.— Ecological and morphological correlates of residual fat reserves in passerine migrants at their spring arrival in Southern Europe. *Journal of Avian Biology*, 28 : 309-318.
- PORTUGUESE PAPER INDUSTRY 2005.— *Statistics Reports 2005*. CELPA, Lisboa, 120 p.
- SCHWILCH (R.), MANTOVANI (R.), SPINA (F.) & JENNI (L.) 2001.— Nectar consumption of warblers after long-distance flights during spring migration. *Ibis*, 143 : 24-32.
- SEIGUE (A.) 1985.— *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes*. G.P. Maisonneuve & Larose, Paris, 505 p.
- SVENSSON (L.) 1992.— *Identification Guide to European Passerines*. Stockholm, 368 p.
- SWYNNERTON (C.F.M.) 1917.— Nectar-eating by Blue Tits and warblers. *British Birds*, 10 : 292.
- THAKE (M.A.) 1980.— Nectar: a supplementary food source for wintering Chiffchaffs (*Phylloscopus collybita*). *Rivista Italiana di Ornitologia*, 50 : 167-168.
- VALIDO (A.), DUPONT (Y.L.) & OLESEN (J.M.) 2004.— Bird-flower interactions in the Macaronesian islands. *Journal of Biogeography*, 31 : 1945-1953.