

# ANALYSE DES DONNÉES DE BAGUAGE DE LA STATION DU MASSEREAU 2007-2019

OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ



Frédéric Laigneau – Expertise Naturaliste Indépendante

Mai 2020

# ANALYSE DES DONNÉES DE BAGUAGE DE LA STATION DU MASSEREAU 2007-2019

**Rédaction** : Frédéric Laigneau

**Destinataire** : Office Français de la Biodiversité

**Date de publication** : mai 2020

**Appui scientifique** : Jean-Marc Fourcade (OISO), Guillaume Souchay (OFB), Jérôme Fournier (CRBPO)

**Traitement SIG** : Aurélie Barbotin (OFB)

**Relecture** : Sébastien Gautier (OFB), Nathalie Franquet (OFB), Xavière Grosbois (OFB), Guillaume Souchay (OFB), Jérôme Fournier (CRBPO), Alain Giret (OFB)

**Crédits photo couverture** : Didier et Marie Ruppé -Rolland, 2017

**Référence** : Laigneau F. (2020). Analyse des données de baguage de la station du Massereau 2007-2019. 89 p

# La station de baguage du Massereau, une station qui dure depuis 25 ans !

Quelques chiffres sur la période 2007-2019 :



39 755 captures

Phragmite des joncs (52%)  
Rousserolle effarvate (19%)  
Gorgebleue à miroir (4%)

Un Phragmite des  
joncs recapturé à



3 Rousserolles effarvates de **10 ans**

1 Gorgebleue à miroir de **7 ans**

1 Bruant des roseaux et 1 Bouscarle de Cetti de **6 ans**

1 Torcol fourmilier **Suédois** contrôlé au Massereau



Année record en  
nombre de captures



Espèces  
remarquables



Bihoreau gris  
Pie-grièche à tête rousse  
Râle des genêts

121



aides-baguteurs ont  
participé au camp



**28**  
bagueurs  
ont participé  
au camp

47



Qualifiant.es  
devenu.es  
titulaire du  
permis de  
bague

---

## RÉSUMÉ

---

Les Réserves de Chasse et de Faune Sauvage du Massereau et du Migron sont situées au cœur de l'estuaire de la Loire, zone remarquable de halte migratoire des passereaux paludicoles. Le suivi de la migration postnuptiale de ces oiseaux y est pratiqué par baguage depuis 1994 au Massereau et 2011 au Migron. Ce rapport vise à étudier ces données du 1<sup>er</sup> au 31 août sur la période de 2007 à 2019 afin de répondre à plusieurs objectifs : **i)** évaluer l'utilisation de la réserve du Massereau par les passereaux paludicoles migrateurs sur la période de 2007 à 2019, **ii)** comparer ces résultats avec ceux de l'étude réalisée par CAILLAT *ET AL.* (2005) sur la période 1994-2003, **iii)** comparer les stations du Massereau et du Migron en termes de capacité d'accueil des passereaux paludicoles en halte migratoire et enfin **iv)** réaliser un focus sur le Phragmite aquatique.

La station du Massereau comptabilise 77 espèces baguées et 39 755 captures entre 2007 et 2019. Les effectifs ne montrent pas de tendance sur la majorité des espèces, exceptée la Fauvette des jardins (*S. borin*), les adultes de Gorgebleue à miroir (*L. svecica*) et ceux de la Locustelle luscinioïde (*L. luscinioides*) en augmentation. La phénologie ne montre pas de changement de dates médianes de passage sur cette période. La comparaison des résultats avec l'étude menée par CAILLAT *ET AL.* (2005) sur la période de 1994 à 2003 indique une stabilité des effectifs du Phragmite des joncs (*A. schoenobaenus*), une augmentation des effectifs de la Rousserolle turdoïde (*A. arundinaceus*) et une diminution des effectifs de la Rousserolle effarvatte (*A. scirpaceus*) et du Bruant des roseaux (*E. schoeniclus*).

La durée de halte migratoire moyenne de la Rousserolle effarvatte au Massereau (8,6 jours [6,8 - 10,5]) et son taux d'engraissement nul sont cohérents avec la stratégie de migration de l'espèce à cette latitude. Cependant, le Phragmite des joncs semble effectuer une durée de halte plus courte (4,2 jours [3,7 - 4,8]) et un taux d'engraissement plus faible (jeunes  $0,12 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,01$  ; adultes  $0,18 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,02$ ) que ceux attendus au vu de sa stratégie de *refueling* à cette latitude. Une étude menée sur le site du Migron en 1976 indiquait un taux d'engraissement des jeunes Phragmites des joncs nettement supérieur ( $0,42 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,07$ ). Bien qu'il soit difficile d'expliquer cette différence, une baisse de la qualité du milieu (nourriture disponible) sur les dernières décennies est une hypothèse à approfondir. Les 3 années de la station du Migron présentent des premiers résultats encourageants avec un taux d'engraissement du Phragmite des joncs supérieur à celui du Massereau. De plus, l'année 2019 a permis de mettre en évidence l'intérêt de la scirpaie pour le Phragmite aquatique (*A. paludicola*). Cependant, il est nécessaire de poursuivre un suivi plus fréquent sur ce site afin de confirmer ces résultats sur les années à venir.

D'après les données du protocole ACROLA, les effectifs du Phragmite aquatique ont baissé de 75% entre 2007 et 2019. Entre 2007 et 2012, les effectifs et l'indice 93 sont similaires aux données d'autres stations du Grand Ouest mais baissent de façon continue à partir de 2013. Cette tendance est également observée à Donges mais seulement jusqu'en 2017. Le manque de référentiels sur ces dernières années ne permet cependant pas de déterminer s'il s'agit d'une tendance locale ou nationale. Un suivi de la qualité du milieu, et en particulier des scirpaies, serait pertinent afin de mieux comprendre localement les effectifs de l'espèce.

La diversité des passereaux paludicoles et leur effectif, l'utilisation du site par le Phragmite aquatique et l'engraissement des espèces avec une stratégie de *refueling* montrent l'intérêt des réserves du Massereau et du Migron en halte migratoire. De plus, les échanges locaux avec la station de Donges située à quelques kilomètres (55% des contrôles nationaux), témoignent de la complémentarité de ces sites de halte dans l'estuaire de la Loire. Toutefois, une variabilité interannuelle des paramètres étudiés est à noter. Ainsi, une période de baguage d'un mois minimum semblerait plus adaptée pour permettre un suivi à long terme et fiable des tendances d'effectifs et de phénologie des espèces.

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
LA STATION DE BAGUAGE DU MASSEREAU .....	3
Le site de baguage .....	3
Localisation.....	3
Réserve de Chasse et de Faune Sauvage.....	3
Station de baguage.....	3
Un site de formation .....	4
Périodes et protocoles d'analyses.....	4
Effort de capture .....	5
MATÉRIEL ET MÉTHODE .....	7
Les données de baguage .....	7
Bilan des captures .....	8
Contrôles allochtones.....	8
Analyses statistiques descriptives .....	9
Effectifs.....	9
Structure d'âge .....	9
Phénologie.....	10
Indice ACROLA et indice 93 .....	10
Oscillation Nord Atlantique .....	11
Analyses statistiques de halte migratoire .....	12
Durée de halte minimale .....	12
Estimation de la durée de halte par Capture-Marquage-Recapture .....	12
Taux d'engraissement .....	13
Comparaison avec l'étude 1994-2003.....	14
Comparaison Massereau-Migron.....	14
RÉSULTATS .....	15
Bilan des captures .....	15
Contrôles allochtones.....	19
Évolution des effectifs .....	25
Structure d'âge.....	29
Phénologie.....	31
Climatologie et migration.....	34
Halte migratoire .....	35

Durée de halte migratoire minimale .....	35
Estimation de la durée de halte par Capture-Marquage-Recapture .....	36
Taux d'engraissement .....	38
Comparaison avec l'étude 1994-2003.....	41
Comparaison Massereau-Migron.....	46
Phragmite aquatique.....	48
Effectifs.....	48
Indice ACROLA et indice 93 .....	50
Structure d'âge .....	51
Phénologie.....	51
Durée de halte et taux d'engraissement.....	51
DISCUSSION.....	52
Tendances d'évolution .....	52
Tendance de la période 2007-2019.....	52
Comparaison avec l'étude 1994-2003.....	53
Capacité d'accueil du Massereau et du Migron.....	54
Phragmite des joncs .....	54
Rousserolle effarvate .....	56
Comparaison Massereau-Migron.....	57
Mouvements migratoires.....	58
Phragmite aquatique.....	58
Gestion et préconisations de suivi .....	60
CONCLUSION .....	62
REMERCIEMENTS.....	63
BIBLIOGRAPHIES .....	64
ANNEXES .....	67

## TABLE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des réserves du Massereau et du Migron ( <a href="http://massereau-migron.weebly.com/">http://massereau-migron.weebly.com/</a> ) .....	3
Figure 2. Formation des futurs qualifiants © OFB, 2016 .....	4
Figure 3. Carte de localisation des filets de la station du Massereau .....	5
Figure 4. Nombre total quotidien de captures du mois d'août de l'année 2019 et de la période 2007-2018.....	15
Figure 5. Évolution journalière des effectifs moyens 2007-2019 (%) des principales espèces capturées .....	15
Figure 6. Illustrations d'espèces baguées sur la station du Massereau : Locustelle luscinioïde, Bruant des roseaux, Panure à moustaches, Gorgebleue à miroir © D et M. Ruppé-Rolland, 2018 ; Rousserolle turdoïde © S. Gautier, 2019 ; Pie-grièche écorcheur, table de baguage © M. Batel, 2019, Filets, cabane de baguage, Martin pêcheur, Tarier des prés, Cisticole des joncs ©OFB, 2018.....	18
Figure 7. Carte des individus bagués au Massereau et au Migron et contrôlés à l'étranger.....	21
Figure 8. Carte des individus bégus à l'étranger et contrôlés au Massereau et au Migron.....	22
Figure 9. Contrôle d'une bague étrangère © G. Cochard, 2013 .....	23
Figure 10. Gorgebleue à miroir © D et M. Ruppé-Rolland, 2018.....	25
Figure 11. Graphiques d'évolution des effectifs moyens journaliers pour 100m de filet et par an pour les principales espèces capturées. Effectif total (courbe noire), effectif jeunes (histogramme gris), effectif adulte (histogramme blanc). La courbe de tendance de la Fauvette des jardins a été réalisée sur l'effectif total. ....	27
Figure 12. Évolution interannuelle des effectifs standardisés des principales espèces paludicoles ....	28
Figure 13. Évolution interannuelle des effectifs standardisés des principales espèces de milieux buissonnants.....	28
Figure 14. Pourcentage de jeunes (blanc) et d'adultes (gris) des principales espèces. ....	30
Figure 15. Graphiques d'évolution de la date médiane de passage des principales espèces capturées par classes d'âge (jeunes : trait plein ; adultes : tirets) .....	33
Figure 16. Démaillage des oiseaux aux filets © M. Batel, 2019 .....	35
Figure 17. Évolution de la durée de halte (haut), du taux de recapture annuel (milieu) et du % de résidents (bas) chez la Rousserolle effarvate et le Phragmite des joncs ( $\pm$ IC 95% erreur standard) .....	37
Figure 18. Mesure d'adiposité © M. Batel, 2019 .....	39
Figure 19. Graphiques d'évolution annuelle du taux d'engraissement ( $\pm$ erreur standard) .....	40
Figure 20. Bruant des roseaux © D. et M. Ruppé-Rolland, 2020.....	42
Figure 21. Indice de capture de la Rousserolle turdoïde exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite).....	43
Figure 22. Indice de capture du Phragmite aquatique exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite).....	44
Figure 23. Indice de capture Phragmite des joncs exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite).....	44
Figure 24. Indice de capture de la Rousserolle effarvate exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite).....	45

Figure 25. Taux d'engraissement en fonction de l'âge et du site pour le Phragmite des joncs ( $\pm$ erreur standard) .....	46
Figure 26. Masse moyenne en fonction de l'année et du site pour les jeunes et les adultes chez le Phragmite des joncs .....	47
Figure 27. Effectifs moyens du Phragmite aquatique pour la réserve du Massereau et du Migron ( $\pm$ IC 95% écart-type) .....	49
Figure 28. Phragmite aquatique © D. et M. Ruppé-Rolland, 2017 .....	49
Figure 29. Indice ACROLA moyen ( $\pm$ erreur standard ; haut) et indice 93 (bas) de la station du Massereau et du Migron .....	50
Figure 30. Pourcentage de jeunes et d'adultes du Phragmite aquatique sur la station du Massereau (aires empilées : jeunes blanc et adultes gris) et du Migron (histogramme : jeunes hachuré et adultes blanc) .....	51
Figure 31. Date médiane de passage du Phragmite aquatique sur la station du Massereau et du Migron .....	51
Figure 32. Phragmite des joncs© D. et M. Ruppé-Rolland, 2017 .....	55
Figure 33. Rousserolle effarvate © D. et M. Ruppé-Rolland, 2019 .....	56
Figure 34. Phragmite aquatique dans la scirpaie du Migron © H. Borde, 2019 .....	57
Figure 35. Roselière du Massereau © M. Batel, 2019 .....	60
Figure 36. $\Delta$ Masse en fonction de $\Delta$ Jour pour la période 2007-2019 (ronds noirs et droite de régression noire : jeune ; carrés blancs et droite de régression pointillée : adulte) .....	70
Figure 37. Carte des Phragmites de joncs bagués au Massereau et au Migron et contrôlés hors site	78
Figure 38. Carte des Phragmites aquatiques bagués au Massereau et au Migron et contrôlés hors site .....	78
Figure 39. Carte des Rousserolles effarvates baguées au Massereau et au Migron et contrôlés hors site .....	79
Figure 40. Carte des Gorgebleues à miroir baguées au Massereau et au Migron et contrôlés hors ...	79
Figure 41. Carte des Phragmites de joncs bagués hors site et contrôlés au Massereau et au Migron	80
Figure 42. Carte des Phragmites aquatiques bagués hors site et contrôlés au Massereau et au Migron .....	80
Figure 43. Carte des Rousserolles effarvates baguées hors site et contrôlés au Massereau et au Migron .....	81
Figure 44. Carte des Gorgebleues à miroir baguées hors site et contrôlés au Massereau et au Migron .....	81

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Périodes d’ouverture et linéaire moyen de filet des stations du Massereau et du Migron .	6
Tableau 2. Nombre de captures et pourcentages par espèces de la station du Massereau 2007-2019 (trié par ordre décroissant du nombre total de captures) .....	16
Tableau 3. Nombre d’oiseaux bagués à l’étranger et recapturés au Massereau .....	19
Tableau 4. Nombre d’oiseaux bagués au Massereau et recapturés à l’étranger .....	20
Tableau 5. Détail des données d’oiseaux bagués ou contrôlés au Massereau et recapturés hors site en rétro migration .....	24
Tableau 6. Résultats des régressions linéaires sur les effectifs moyens (/100m/jour).....	26
Tableau 7. Résultats des tests du Chi-2 et régression linéaire sur la structure d’âge.....	29
Tableau 8. Résultats des tests de Kruskal-Wallis et régressions linéaires sur les dates médianes entre années et par espèce.....	31
Tableau 9. Date médiane moyenne 2007-2019 par groupe d’âge des principales espèces capturées (les dates correspondent aux captures de 5%, 25%, 75% et 95% de l’effectif total) .....	32
Tableau 10. Régression linéaire des dates médiane de passage ~ NAO et effectifs moyens ~NAO.....	34
Tableau 11. Durée de halte minimale par espèce.....	35
Tableau 12. Estimation de la durée de halte migratoire par CMR.....	36
Tableau 13. Résultats des tests de Kruskal-Wallis et des régressions linéaires sur la durée de halte, le taux de recapture et le taux de résident en fonction des années pour la Rousserolle effarvate et le Phragmite des joncs .....	36
Tableau 14. Taux d’engraissement (FDR) moyen (2007-2019) par espèce et résultats des régressions multiples .....	38
Tableau 15. Tableau de comparaison des principaux résultats de captures des périodes 1994-2003 et 2007-2019. Un symbole + ou – est indiqué par comparaison du % des captures totales et du nombre total de captures avec la période 1994-2003. ....	41
Tableau 16. Résultats de l’ANOVA sur le FDR en fonction de l’âge et du site pour le Phragmite des joncs .....	46
Tableau 17. Résultats des ANOVA sur la masse moyenne en fonction de l’année et du site pour les jeunes et les adultes chez le Phragmite des joncs .....	47
Tableau 18. Masse moyenne du Phragmite des joncs (jeunes et adultes) au Massereau et au Migron (2011, 2012 et 2019) .....	47
Tableau 19. Nombre de Phragmites aquatiques capturés en protocole ACROLA et SEJOUR de la station du Massereau .....	48
Tableau 20. Nombre de stations ACROLA ouvertes et nombre total de Phragmites aquatiques capturés par site.....	48
Tableau 21. Résultats de la régression linéaire sur l’indice ACROLA et l’indice Massereau en fonction des années.....	93 au 50
Tableau 22. Dates médianes de passage à Donges et au Massereau.....	52
Tableau 23. Résultats détaillés des tests d’ajustement des données au modèles CJS .....	67
Tableau 24. Résultats de l’analyse par CMR pour la Rousserolle effarvate.....	67
Tableau 25. Résultats de l’analyse par CMR pour le Phragmite des joncs.....	68
Tableau 26. Résultats des régressions linéaires $\Delta$ Masse $\sim$ $\Delta$ Jour .....	68
Tableau 27. Nombre d’oiseaux bagués au Massereau et contrôlés hors site à l’échelle de la France .	71
Tableau 28. Nombre d’oiseaux bagués hors site et contrôlés au Massereau à l’échelle de la France .	74

Les changements globaux tels que ceux d'ordre climatique mettent en péril la biodiversité et particulièrement l'avifaune (MEEHL *ET AL.*, 2007). Les oiseaux paludicoles, tributaires des milieux humides comme les roselières, sont déjà très impactés par la nette régression de leurs habitats depuis le siècle dernier. Ces changements globaux interrogent sur leurs possibilités d'adaptation face à ces différents facteurs et donc sur leur état de conservation. De plus, ces changements laissent supposer des effets importants sur les oiseaux migrateurs, et particulièrement sur les migrateurs à longue distance (ROBINSON *ET AL.*, 2008).

La migration nécessite d'importantes dépenses en énergie et impose la mise en place de stratégies permettant les grands trajets (ALERSTAM & HEDENSTRÖM, 1998) comme celui du Phragmite des Joncs (*Acrocephalus schoenobaenus*) parcourant environ 3800 kilomètres depuis l'Europe de l'Est pour atteindre ses aires d'hivernage en Afrique subsaharienne. Ces oiseaux mettent en place des stratégies de stockage et de reconstitution des réserves de graisse sur des haltes migratoires. En effet, grâce aux ressources alimentaires de ces zones, les oiseaux peuvent reconstituer leur réserve énergétique indispensable pour atteindre les zones d'hivernages. Ainsi, l'estuaire de la Loire et ses nombreux habitats humides constituent un des sites essentiels de halte pour de nombreux oiseaux paludicoles (CAILLAT *ET AL.*, 2005).

L'estuaire de la Loire joue un rôle particulièrement important dans la conservation de certaines espèces de fauveltes paludicoles. Parmi elles, le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*), déclaré vulnérable selon l'IUCN. La France endosse une forte responsabilité en termes de conservation de l'espèce puisqu'elle accueille la quasi-totalité de la population mondiale de l'espèce en halte migratoire, notamment de jeunes oiseaux (JIGUET *ET AL.* 2011). La majorité de ces oiseaux fait halte sur les zones humides du littoral Manche-Atlantique dont la réserve du Massereau en Loire Atlantique.

La Réserve de Chasse et de Faune Sauvage du Massereau, roselière en bordure de Loire, est étudiée depuis 1994 grâce à une station de baguage installée lors de la période de migration postnuptiale. Ces activités de baguages sont inscrites au plan de gestion de la réserve. Une première étude de CAILLAT *ET AL.* (2005), réalisée sur la période 1994 à 2003, a permis de mettre en évidence l'importance de la réserve du Massereau comme site de halte migratoire pour les passereaux paludicoles. En 2008, la réserve du Migron est créée dans le prolongement de la réserve Massereau. Un suivi des passereaux paludicoles par baguage a également été lancé sur cette réserve en 2011 et reconduit en 2012 et 2019.

Les objectifs de cette étude sont **i)** d'évaluer l'utilisation de la réserve du Massereau par les passereaux paludicoles migrateurs sur la période de 2007 à 2019, **ii)** comparer ces résultats avec ceux de l'étude réalisée par CAILLAT *ET AL.* (2005) sur la période 1994-2003, **iii)** comparer les stations du Massereau et du Migron en termes de capacité d'accueil des passereaux paludicoles en halte migratoire et enfin **iv)** réaliser un focus sur le Phragmite aquatique. Les résultats présentés pourront servir de cadre et d'orientation dans les éventuelles mesures de gestion à venir.

Nous nous intéressons dans ce rapport aux tendances d'évolution des oiseaux capturés lors des sessions de baguage sur la période 2007-2019. Cet échantillon renseigne sur la population réelle en migration sur le site, sans pour autant connaître la proportion exacte d'oiseaux qu'il représente. Pour cela, les effectifs, la structure d'âge et la phénologie des principales espèces sont étudiés. La durée de halte migratoire et le taux d'engraissement sont également calculés afin de renseigner sur la capacité d'accueil du site en migration. La comparaison entre les résultats de *CAILLAT ET AL.* (2005) et ceux de la présente étude est basée sur le pourcentage de captures, les effectifs et la phénologie de certaines espèces. Les stations du Massereau et du Migron sont comparées d'après le taux d'engraissement et la masse moyenne du Phragmite des joncs ainsi que les effectifs et indices du Phragmite aquatique. L'ensemble des paramètres et indices cités précédemment sont également utilisés pour réaliser le focus du Phragmite aquatique.

Il convient de noter certaines limites dans cette étude. Les données de l'étude de *CAILLAT ET AL.* (2005) n'ont pas pu être regroupées avec les données récentes pour une analyse globale de la période de baguage. Cette comparaison ne rend pas possible la mise en évidence d'une seule tendance d'évolution sur les 25 années de baguage mais seulement la comparaison de deux tendances sur deux périodes distinctes.

Les 3 années de baguage sur la station du Migron ne permettent pas encore une analyse fiable et approfondie des données. Cependant, il est toutefois possible de dégager des premières tendances et de tenter d'illustrer la capacité d'accueil des passereaux paludicoles en halte migratoire sur la réserve du Migron. Il faut donc tenir compte de ce contexte pour l'interprétation de ces résultats.

Dans un premier temps, la station de baguage du Massereau et du Migron seront présentées ainsi que les protocoles utilisés dans les analyses. Puis l'ensemble des analyses descriptives et des analyses de haltes migratoires seront décrites afin de présenter les tests utilisés et leurs objectifs. Enfin nous présenterons les résultats puis leurs interprétations dans une discussion.

### LE SITE DE BAGUAGE

#### LOCALISATION

Situées dans l'estuaire de la Loire (département de Loire-Atlantique), les Réserves de Chasse et de Faune Sauvage du Massereau et du Migron se trouvent sur les communes de Frossay et du Pellerin (Figure 1). Elles sont à égale distance du lac de Grand-Lieu et de la Brière (25km). Elles sont enclavées entre la rive gauche de l'estuaire de la Loire, débouchant dans l'Océan Atlantique et le canal maritime de Basse Loire. Les deux RCFS sont contiguës : la réserve du Migron à l'ouest et la réserve du Massereau à l'est.



Figure 1. Localisation des réserves du Massereau et du Migron (<http://massereau-migron.weebly.com/>)

#### RÉSERVE DE CHASSE ET DE FAUNE SAUVAGE

L'Office Français de la Biodiversité (anciennement Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et Agence Française pour la Biodiversité) est gestionnaire délégué par le Conseil Départemental de Loire-Atlantique et le Conservatoire du Littoral des réserves de chasse et de faune sauvage du Massereau (393 ha) et du Migron (290ha). Elles représentent un complexe de prairies humides et de roselières au cœur de l'estuaire de la Loire.

#### STATION DE BAGUAGE

Le camp de baguage du Massereau est une des stations historiques de France. Depuis 1994, un camp est installé au sein d'une des roselières pendant la période de migration postnuptiale. Bien que la durée de ce camp ait varié au fil des années (2 mois de 1994 à 2003, 1 mois depuis 2004), la station a été ouverte chaque année grâce à l'aide de nombreux bagueurs, bagueuses, aide bagueurs et aide-bagueuses bénévoles.

## UN SITE DE FORMATION

La station de baguage du Massereau est également un site de formation pour les futur.es bagueurs et bagueuses. Elle permet aux qualifiant.es de pouvoir baguer en conditions d'examen (bagueage en autonomie) en présence d'un.e titulaire du permis de baguage. Ce cadre idéal de préparation à l'examen n'est permis que grâce à la mise à disposition de bagueurs et bagueuses spécialement pour les qualifiant.es et donc à une organisation en amont du nombre de titulaires bénévoles pour venir aider au fonctionnement du camp. Depuis 2007, ce sont 47 qualifiant.es venu.es sur le camp pour bénéficier de ce cadre de formation et qui sont aujourd'hui titulaires du permis de baguage. Ces nouveaux bagueurs et bagueuses reviennent régulièrement aider au camp et former à leur tour les qualifiant.es.



Figure 2. Formation des futurs qualifiants © OFB, 2016

De plus, la station de baguage est également un site de sensibilisation. Dans le cadre de la convention avec le Conseil Départemental de Loire-Atlantique et en accord avec le CRBPO (Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux) une à deux visites de la réserve sont organisées durant le camp de baguage.

## PÉRIODES ET PROTOCOLES D'ANALYSES

La station de baguage du Massereau est utilisée comme lieu de baguage pour divers protocoles décrits par le Programme National de Recherches Ornithologiques (PNRO) du CRBPO. Ce rapport ayant pour but d'analyser les données de baguage des passereaux paludicoles en migration postnuptiale, les données correspondent aux protocoles ACROLA et SEJOUR, sur la période du 1<sup>er</sup> au 31 août pour les années 2007 à 2019. Lors de l'ouverture du camp de baguage les protocoles ponctuels tels que VOIE n'ont pas été pris en compte dans l'analyse. Par ailleurs, les passereaux paludicoles sont étudiés en période de nidification sur la réserve depuis 2010 par le protocole STOC-Rozo. La Bécassine des marais *Gallinago gallinago* et la Sarcelle d'hiver *Anas crecca* sont également suivies sur la réserve via des programmes personnels de l'OFB.

Le protocole SEJOUR a pour but de caractériser les stratégies de halte migratoire des oiseaux communs en France. Pour cela, le protocole prévoit de baguer tous les jours sur une période minimale de 10 jours. La repasse (leurre acoustique) est obligatoire pour les espèces ciblées.

Le protocole ACROLA, similaire au SEJOUR, est quant à lui spécifique au Phragmite aquatique. Il prévoit de baguer sur une période minimale de 10 jours. Les filets sont regroupés par unité de capture, une unité correspondant à 3 filets de 12 mètres, soit un linéaire de 36 mètres. Une repasse monospécifique est obligatoire, diffusant le chant de l'espèce ciblée. Pour plus de détails sur les protocoles, vous pouvez vous reporter au site du CRBPO (<https://crbpo.mnhn.fr/>).

Le protocole STAGE a permis la mise en place de 3 ou 4 filets (selon les années) sur la digue, caractérisée par une haie arbustive et arborée. Ce milieu permet le suivi d'un autre cortège d'espèce terrestres, par opposition aux espèces paludicoles, telles que la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, la Fauvette des jardins *Sylvia borin*, la Fauvette grisette *Sylvia communis*, le Rougegorge familier *Erithacus rubecula*, la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus*, etc... Les résultats de baguage de ce cortège d'espèces sont donc fortement liés à l'effort de capture de ce milieu.

### EFFORT DE CAPTURE

L'emplacement des filets, présenté en Figure 3, n'a pas été modifié depuis la création de la station. Seuls des filets ont été ajoutés au fil des années. Le tableau ci-après représente les périodes d'ouverture de la station par année, en nombre de jours, ainsi que le nombre de jours bagués et non bagués sur cette durée. En 2007 et 2011, la station était ouverte au maximum 31 jours contre 16 jours et 20 jours d'ouverture au minimum en 2016 et 2018.

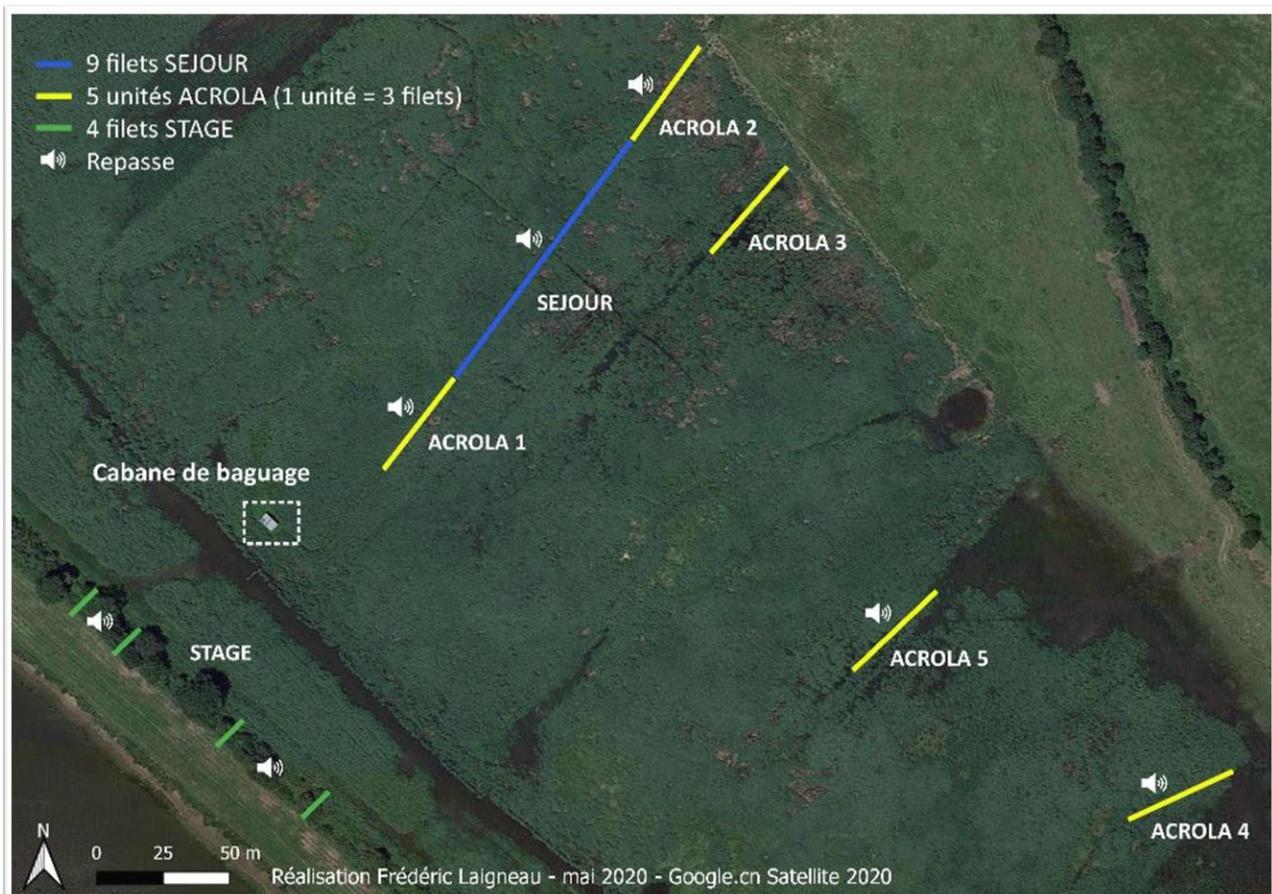


Figure 3. Carte de localisation des filets de la station du Massereau

Tableau 1. Périodes d'ouverture et linéaire moyen de filet des stations du Massereau et du Migron

RÉSERVE DU MASSEREAU					
	PÉRIODE ET NOMBRE JOURS D'OUVERTURE		NB JOURS BAGUÉS	NB JOURS NON BAGUÉS	LINÉAIRE MOYEN DE FILET (M)
2007	1-31 août	31	30	1	252
2008	4-30 août	27	27	0	228
2009	2-28 août	27	26	1	252
2010	2-26 août	25	21	4	267
2011	1-26 août	26	21	5	270
2012	6-31 août	26	24	2	270
2013	1-31 août	31	30	1	290
2014	3-30 août	28	25	3	223
2015	2-30 août	29	25	4	293
2016	6-26 août	21	21	0	318
2017	11-26 août	16	15	1	309
2018	5-24 août	20	19	1	327
2019	2-23 août	22	21	1	295
RÉSERVE DU MIGRON					
2011	1-16 août	15	8	7	72
2012	6-31 août	25	24	1	144
2019	10-22 août	13	11	2	108

### LES DONNÉES DE BAGUAGE

#### *Mise en forme*

Avant toutes analyses, le jeu de données a été vérifié pour détecter la présence éventuelle d'erreurs (erreur de saisie, de mesure, de lecture à la table de baguage, etc...). Ce travail fastidieux permet d'éliminer des valeurs aberrantes dans la biométrie des oiseaux sans quoi les résultats d'une partie des analyses se trouveraient faussés. Il est à réaliser pour chaque espèce, chaque année de baguage, chaque paramètre biométrique, etc...

La configuration du jeu de données n'a pas permis de séparer pour les 13 années de suivi les données du protocole STAGE de celles des protocoles ACROLA et SEJOUR. Elles ont donc été ajoutées au jeu de données global sans possibilité de distinction avec les autres protocoles.

#### *Gestion des données manquantes*

Les données analysées correspondent à celles de la période du 1<sup>er</sup> au 31 août des années 2007 à 2019 pour les protocoles ACROLA et SEJOUR. Cependant, le jeu de données présentait parfois des informations manquantes comme le linéaire de filet ou bien la durée de session. Ces données, primordiales pour analyser les effectifs, ont donc été complétées d'après des informations récupérées dans les rapports annuels ou dérivées d'informations existantes. Par exemple l'heure de première et dernière capture de la matinée a été utilisée pour estimer la durée de la session de baguage. Cette mise en forme conséquente est indispensable pour analyser les données. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces manipulations peuvent apporter des biais dans les résultats présentés. Les données ainsi estimées semblent cohérentes avec les données de terrain et permettent de supposer que les biais apportés sont faibles.

#### *Les espèces étudiées*

Dans ce rapport, seules les espèces les plus capturées et dont le pic de passage se situe sur la période d'ouverture du camp ont été étudiées. Le nombre élevé de données de ces espèces permettent d'analyser plusieurs paramètres (effectifs, structure d'âge, phénologie...). Il s'agit des espèces suivantes : Phragmite des joncs (*Acrocephalus schoenobaenus*), Rousserolle effarvée (*Acrocephalus scirpaceus*), Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*), Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), Locustelle luscinioides (*Locustella luscinioides*), Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*), Fauvette grisette (*Sylvia communis*), Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*), Locustelle tachetée (*Locustella naevia*) et Fauvette des jardins (*Sylvia borin*).

La Bouscarle de Cetti n'est pas une espèce migratrice à proprement parler mais une espèce sédentaire effectuant des mouvements postnuptiaux de dispersion sans direction privilégiée. Les résultats des analyses de halte migratoire ne sont donc pas à interpréter de la même façon que ceux des autres espèces migratrices. La Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) et le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), bien que capturés en nombre relativement important sur la station, migrent plus tardivement en saison avec un pic de passage respectivement mi-septembre et début octobre. Ces deux espèces n'ont donc pas été incluses dans les analyses de ce rapport.

La différenciation de sous-espèces de la Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) peut être délicate sur le terrain. La distinction des sous espèces *L. s. svecica*, *L. s. cyanecula*, *L. s. namnetum* a été faite 4 années seulement sur la période étudiée. De fait, il n'est pas possible de séparer ces sous-espèces pour l'ensemble des analyses, les données ont donc été regroupées sous la même espèce *Luscinia svecica* sans distinction des sous-espèces. Cependant, ceci peut influencer certains résultats, notamment les taux d'engraissement des oiseaux sur site car ces sous-espèces ont des stratégies de migration différentes. Il convient donc de garder à l'esprit qu'un biais a été induit dans certaines analyses de cette espèce.

## BILAN DES CAPTURES

Une analyse globale a été faite en représentant le nombre de captures quotidiennes moyennes entre 2007 et 2019, accompagné du nombre moyen de captures quotidiennes. Les résultats de la dernière année de baguage y ont été ajoutés pour comparaison. Par ailleurs, les pourcentages des effectifs moyens journaliers de la période 2007-2019 ont été représentés dans un second graphique, afin de montrer l'évolution des proportions de captures des principales espèces au cours de la saison de baguage.

## CONTRÔLES ALLOCHTONES

Le suivi des oiseaux par baguage permet la recapture d'individus sur d'autres sites de captures et ainsi d'identifier, entre autres, les voies de migrations, les principaux sites de halte migratoire des espèces baguées mais également la fidélité des oiseaux aux sites de halte et bien d'autres paramètres. Un oiseau est dit « contrôlé » lorsqu'il est déjà porteur d'une bague lors de sa capture. Les contrôles étrangers permettent, par exemple, de mettre en évidence différentes populations d'une même espèce, pouvant transiter par des voies de migration différentes. Cette section vise à présenter les principales données de contrôles en France et à l'étranger d'oiseaux bagués au Massereau et au Migron et inversement, d'oiseaux bagués ailleurs en France et à l'étranger et contrôlés au Massereau et au Migron. Les données de contrôles ont été regroupées en tableaux synthétiques et présentées sous forme de cartes.

Lors de la migration postnuptiale des oiseaux vers leur quartier d'hiver, plus au sud, on observe parfois des individus ou des groupes en vol vers le nord. Ce phénomène de rétromigration peut se produire lors de conditions météorologiques défavorables, devant une étape importante (traversée d'un col, de la mer...) ou si les individus n'ont pas suffisamment de réserves énergétiques. Les données de baguage de la station de Falsterbo en Suède, ont pu montrer que près de la moitié des oiseaux recapturés faisaient demi-tour en arrivant face à la mer et remontaient sur des distances de moins de 100 km mais parfois jusqu'à 500 km (AKESSON ET AL., 1996). Ainsi, les données de baguages nous permettent de préciser ce phénomène de rétromigration. Ce phénomène de rétromigration a pu être mis en évidence sur quelques individus recapturés plus au nord lors de leur migration postnuptiale vers le sud. Les résultats sont présentés sous forme de tableau. Le faible nombre d'individus n'a pas pu permettre une analyse particulière des résultats.

## ANALYSES STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce aux logiciels STATISTICA (StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7) et RStudio (RStudio Version 1.2.5033 © 2009-2019 RStudio, Inc.). L'ensemble tests par régression linéaire et tests de comparaison de moyennes ont été précédés des tests de validité des hypothèses de linéarité, normalité, homoscedasticité et indépendance des résidus.

### EFFECTIFS

Afin de comparer les effectifs des espèces entre elles et entre années, il convient de pondérer le nombre de captures par l'effort de capture. Celui-ci correspond au linéaire de filet mis en place (en mètres), à la durée de session de baguage (en heures) et au nombre total de jours de baguage dans le mois. Les effectifs bruts ont été ramenés à 100m de filet et à 6 heures de baguage, soit une matinée complète de baguage.

$$\text{Effectif}/100\text{m}/j = \frac{\left(\frac{\text{Effectif} \times 100\text{m}}{\text{linéaire total (m)}}\right) \times 6 \text{ heures}}{\text{durée session (h)}}$$

Les effectifs journaliers pour 100m de filet ont ensuite été moyennés par le nombre de jours total de baguage afin de comparer les années entre elles.

$$\text{Effectif moyen}/100\text{m} /j = \frac{\sum \text{Effectif}/100\text{m}/j}{\text{nb total de jours de baguage}}$$

Dans le but de savoir s'il existe des différences d'effectifs entre les années, des tests de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis) ont été utilisés. Dans un second temps, pour tester si une tendance existait au cours de la période étudiée, des régressions linéaires ont été construites à partir des effectifs moyens pour 100m de filet et par jour.

Afin de comparer sur un même graphique l'évolution d'espèces ayant des effectifs/100m/h très différents (Phragmite des joncs et Rousserole turdoïde par exemple), les effectifs ont également été standardisés pour représenter les variations temporelles au cours du temps sans tenir compte du nombre moyen d'individus capturés. Ils sont utilisés pour comparer l'évolution des effectifs d'un même cortège d'espèces utilisant un même milieu, comme les espèces paludicoles.

$$\text{Effectif standardisé} = \frac{\text{Effectif}/100\text{m}/j - \text{moyenne}(\text{Effectif}/100\text{m}/j)}{\text{Ecart-type}(\text{Effectif}/100\text{m}/j)}$$

### STRUCTURE D'ÂGE

La structure d'âge correspond au pourcentage d'individus de première année ou d'individus adultes relatif au nombre total de captures. Elle a été calculée pour les principales espèces sur les 13 années étudiées, puis un test du Chi-2 a été appliqué pour mettre en évidence les années dont la structure d'âge est significativement différente des autres années.

## PHÉNOLOGIE

Le déroulement de la migration postnuptiale est l'un des axes fondamentaux du camp de baguage. La phénologie de migration d'une espèce renseigne l'étendue de la plage chronologique où elle transite sur un site et permet d'observer comment se déroule la migration. Plusieurs paramètres permettent de décrire la phénologie :

- La date médiane renseigne sur la date à laquelle 50% des captures sont réalisées.
- Les dates où sont réalisées 5% et 95% des captures permettent d'estimer de façon robuste le début et la fin de migration en s'affranchissant des dates extrêmes.
- Les dates entre lesquelles 25% et 75% des individus ont été capturés représentent la plage principale de migration
- Les dates minimales et maximales renseignent sur les premières et dernières captures des oiseaux.

Dans le but de savoir s'il existe des différences de dates médianes de passage entre les années, des tests de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis) ont été utilisés. Dans un second temps, pour tester si une tendance existait au cours de la période étudiée, des régressions linéaires ont été construites.

## INDICE ACROLA ET INDICE 93

Le Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) fait l'objet d'une attention particulière en France pour le rôle d'accueil important de cette espèce en halte migratoire postnuptiale (JIGUET *ET AL.* 2011). A ce titre, des indices ont été développés afin de comparer les évolutions du nombre de captures entre stations de baguage et obtenir des tendances nationales précises pour cette espèce. Ces indices sont construits à partir des données récoltées avec le protocole ACROLA.

L'indice ACROLA présenté dans la formule suivante est une variante de l'indice « ACROLA » défini par JULLIARD *ET AL.*, (2006). Celui-ci est divisé par le nombre de jours d'ouverture de l'unité ACROLA, méthodologie utilisée dans les précédents rapports annuels du Massereau. Il permet de pondérer l'indice « brut » (LE NEVÉ *ET AL.*, 2013) par le nombre d'*Acrocephalus* capturés sur la station.

$$\text{Indice ACROLA} = \frac{\text{Nb de Phragmites aquatiques} / \text{Nb total d'Acrocephalus}}{\text{Nb de jours d'ouverture de la station}} \times 100$$

L'indice « 93 » est également utilisé dans cette étude. Il permet de prendre en compte la période d'ouverture de chaque unité de capture mise en place sur la station contrairement à l'indice « ACROLA brut » qui favorise les stations qui ont mis en œuvre le thème sur une courte période du pic de migration du Phragmite. L'indice 93 » est calculé ainsi :

$$\text{Indice 93} = k \times i \times 100$$

$$\text{Indice 93} = \frac{\text{nb jours ouverts}}{\text{temps total d'ouverture}} \times \frac{\text{nb de Phragmites aquatiques}}{\text{nb unités jours (cumul nb quotidien)}} \times 100$$

- Coefficient d'ouverture « k » = t/T avec « t » = nb de jours ouverts et « T » = temps total d'ouverture = 93 jours (du 15 juillet au 15 octobre : période maximum de migration du phragmite aquatique en France)
- Indice brut « i » = Na/Nu avec « Na » = nb d'Acrola capturés en unité de capture (auto-contrôles inclus sauf auto-contrôles intrajournaliers) et « Nu » = nb d'unités jours (cumul du nb quotidien)

## OSCILLATION NORD ATLANTIQUE

L'indice d'Oscillation Nord Atlantique (NAO pour *North Atlantic Oscillation*) est utilisé pour représenter les variations océano-atmosphériques de la région Nord Atlantique. Ce phénomène climatique du nord de l'océan Atlantique influence la température, les précipitations, la pression au niveau du sol et les vents d'Ouest. Il influence donc directement le climat d'Europe de l'Ouest. L'indice NAO est calculé comme la différence de pression atmosphérique entre l'anticyclone des Açores et la dépression d'Islande rapportée à la moyenne de ces deux points. Un indice positif indique des vents d'Ouest plus forts, des températures douces et des précipitations plus importantes. Un indice négatif signifie des vents moins forts, moins de précipitations et un temps plus sec (HÜPPOP & HÜPPOP 2003).

Le NAO, traduisant des conditions météorologiques à grande échelle, peut être utilisé pour expliquer certaines variations interannuelles du succès de reproduction ou du flux migratoire. En effet, la migration des fauvelles paludicoles s'effectue principalement de nuit, afin d'optimiser le temps de nourrissage de jour sur les haltes (ALERSTAM, 2009) mais également par temps clair et vents faibles permettant de mieux se repérer (AKESSON ET AL., 2001) et minimiser les dépenses en énergie pendant le voyage (BOWLIN & WIKELSKI, 2008).

Les effectifs moyens annuels et les dates médianes de passage ont été corrélés avec l'indice NAO annuel, du printemps (avril, mai et juin) et du mois d'août afin de savoir si les conditions météorologiques de ces trois périodes ont pu influencer la migration. L'indice NAO annuel représente les conditions météorologiques globales de l'année, celui du printemps celles de la période de reproduction et celui du mois d'août celles de la période de migration postnuptiale. Ces analyses ont été effectuées sur les données de Phragmite des joncs, Rousserolle effarvate, Phragmite aquatique et Gorgebleue à miroir. Les données de NAO ont été récupérées depuis ce site <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/nao/> (JONES ET AL., 1997).

## ANALYSES STATISTIQUES DE HALTE MIGRATOIRE

### DURÉE DE HALTE MINIMALE

Une première approche de la durée de halte en migration peut se faire en calculant le *Minimum Stopover Duration* (MSD). Cette durée minimale de halte se calcule par la différence de jour entre la première et la dernière capture. Cependant, cette estimation brute est biaisée car elle ne prend pas en compte le fait que tous les individus ne soient pas systématiquement recapturés. Pour ce faire, il faudrait prendre en compte la probabilité de capture des individus. Ce paramètre est utilisé par la méthode de Capture-Marquage-Recapture (CMR), qui sera utilisée dans ce rapport pour une meilleure estimation de la durée de halte.

### ESTIMATION DE LA DURÉE DE HALTE PAR CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

L'estimation de la durée de halte migratoire par Capture Marquage Recapture (CMR) nécessite qu'un grand nombre d'oiseaux soit capturé plusieurs fois au cours d'une même saison de baguage. Parmi les données, seules deux espèces satisfont cette condition : le Phragmite des joncs et la Rousserolle effarvatte. Ce sont les deux espèces les plus capturées sur la station. Cette analyse a été réalisée uniquement sur les individus de première année pour ces deux espèces, le nombre de recaptures d'adultes n'étant pas suffisant. Il convient malgré tout de les traiter séparément des adultes car l'âge peut avoir un effet potentiel fort sur la halte migratoire, les adultes ayant une stratégie de migration différente des jeunes (NEWTON, 2008).

La durée de halte migratoire a été calculée à partir du modèle de CORMACK-JOLLY-SEBER ou modèle CJS (LEBRETON *ET AL.*, 1992). Il permet d'estimer séparément la probabilité de survie locale  $\varphi$  et la probabilité de recapture  $p$ , notamment sous condition que tous les individus aient les mêmes probabilités (survie et capture),  $\gamma$  compris au sein des éventuels groupes définis (sexe, âge...). En période de migration, la probabilité de survie locale est utilisée pour décrire la durée de halte migratoire des oiseaux sur un site en présumant que la mortalité est insignifiante durant cette courte période. Dans le contexte de halte migratoire,  $\varphi$  représente donc la probabilité qu'un individu présent au temps  $t$  soit toujours présent au temps  $t+1$  (SCHAUB & JENNI, 2001).

La première étape consiste à tester l'ajustement des données de Phragmite des joncs et de Rousserolle effarvatte pour chaque année de 2007 à 2019 (13 années) avec le modèle général CJS  $\varphi(t)$   $p(t)$ . Le test d'ajustement permet de vérifier les hypothèses sous-jacentes aux modèles de CMR et permettra de détecter des phénomènes de « *trap-dependence* » (biais de capture, positif ou négatif) et de « *transience* » (biais de survie avec des individus qui ne sont capturés qu'une seule fois). La *transience* correspond à un excès d'individus ayant une probabilité de stationnement nulle. Ces individus ne font que « passer » sans s'arrêter et ont donc, par définition, une durée de halte de 1 jour. Ils sont alors opposés aux individus « résidents » qui stationneront dans la population. Le test d'ajustement au modèle CJS s'effectue avec le logiciel U-CARE (CHOQUET *ET AL.*, 2005).

Lorsque le modèle CJS détecte un excès d'individus transients, il convient d'utiliser un modèle *Time Since Marking Models* ou TSM (PRADEL *ET AL.*, 1997). Ces modèles utilisent une structuration en âge pour différencier les taux de survie d'une population incluant résidents + transients d'une population de résidents seulement. Les modèles TSM permettent donc d'estimer sans biais le taux de survie et donc la durée de halte migratoire des individus résidents.

La durée totale de halte comprend également le temps de présence sur le site avant la première capture. L'estimation de la probabilité d'antériorité ( $\gamma$ ) permet de calculer cette durée et l'addition de  $\gamma + \varphi$  permet alors d'obtenir la durée totale de halte migratoire. Cependant, il n'est pas possible de construire des modèles TSM pour l'estimation de  $\gamma$ . Dans cette étude, de par la présence quasi-systématique de transience et sa prise en compte par les modèles TSM, **seule la durée de halte après la première capture ( $\varphi$ ) a été calculée**. Par ailleurs, l'utilisation de  $\gamma$  dans le calcul de la durée totale de halte a été questionnée pour un risque de surestimation (EFFORD, 2005 ; CHERNESTOV, 2012). Enfin la mobilité des nouveaux individus est la plus importante durant les 2 premiers jours suivant l'arrivée, lorsqu'ils découvrent le site et ses potentialités (p. ex. zones d'alimentation, de repos...). Par conséquent la probabilité de capture est plus élevée à ce moment-là (*search & settling time* ; CHERNESTOV, 2012). **L'estimation de la durée de halte par  $\varphi$  ou par  $\varphi + \gamma$  a donc des conséquences sur les comparaisons avec d'autres études.**

Après avoir vérifié l'ajustement des données, une sélection de modèles a été faite pour obtenir le modèle décrivant au mieux les données. Les paramètres ont varié en fonction de différents effets temporels (temps-dépendant noté «  $t$  », tendance linéaire «  $T$  » ou constant « . »). Toutes les combinaisons ont été testées, résultant en 34 modèles pour chaque année (mêmes modèles pour les 2 espèces analysées). Le critère d'Akaike corrigé (AICc) a été utilisé pour classer et sélectionner le modèle plus parcimonieux. La durée de halte après la première capture  $Sa$  et le taux de transients  $\tau$  ont été obtenus par les formules suivantes (CHERNESTOV, 2012) :

$$\tau = 1 - (\varphi' / \varphi) \quad \text{et} \quad Sa = -1 / \ln(\varphi)$$

#### TAUX D'ENGRASSEMENT

Le gain ou la perte de masse des oiseaux pendant leur halte migratoire, bien que dépendant de multiples facteurs, renseigne indirectement sur la qualité du site. Le taux quotidien d'accumulation de réserves énergétiques ou *Fuel Deposition Rate* (FDR) correspond à la différence de masse corporelle entre la première et la dernière capture ( $\Delta$ Masse) divisée par le nombre de jours écoulés ( $\Delta$ Jour) (SCHAUB & JENNI, 2000). Afin de mettre en évidence des différences de taux d'engraissement entre années et/ou entre sites (Massereau/Migron), une analyse par test de comparaison de moyennes (ANOVA) a été faite. La capture des oiseaux peut avoir un effet potentiellement fort sur la prise de poids des individus dans les heures suivant le relâché. Les individus recapturés 1 jour après leur capture ont donc été enlevés de l'analyse (*handling effect* ; SCHAUB & JENNI, 2000).

Le taux d'engraissement par espèce a été calculé par la moyenne des valeurs du FDR des individus de chaque espèce. Au vu de la très forte disparité des effectifs d'oiseaux recapturés en fonction des espèces, la méthode par moyenne a été privilégiée à la méthode par régression linéaire ( $\Delta$ Masse en fonction de  $\Delta$ Jour). Bien que cette dernière méthode soit pertinente, le faible nombre d'individus de certaines espèces pourrait amener à une surestimation ou sous-estimation du taux d'engraissement. Les graphiques présentant les variables  $\Delta$ Masse en fonction de  $\Delta$ Jour, placés en annexe, illustrent la prise de masse en fonction de la durée de halte par espèce.

Dans le but de savoir si les taux d'engraissement obtenus sont significativement différents de 0, des tests de comparaison de moyennes (tests de Student appariés) ont été réalisés entre la masse des individus à leur première capture et à leur dernière capture. Pour terminer, afin de montrer si une tendance existait au cours de la période étudiée, des régressions linéaires ont été construites sur le taux d'engraissement moyen annuel en fonction des années.

## COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE 1994-2003

Les activités de baguages ont débuté en 1994 sur la Réserve de Chasse et de Faune Sauvage du Massereau. Afin d'orienter la gestion de la roselière présente en faveur de l'accueil des passereaux paludicoles, les données de baguage sont analysées pour la première fois et une étude est publiée en 2005 par CAILLAT *ET AL.* L'étude porte sur la période 1994 à 2003, soit 9 années pendant lesquelles l'activité de baguage s'est progressivement développée jusqu'à une standardisation du protocole à partir de 1998. Depuis cette date, le baguage s'est effectué du 15 juillet au 25 septembre, du lever du jour à 12h dès que les conditions météorologiques le permettaient, avec un linéaire de filet de 216 mètres. Les repasses étaient régulièrement utilisées avant 2002 puis standardisées, conformément aux protocoles du CRBPO. Les captures journalières ont été sommées par période de 5 jours puis transformées en indice de capture correspondant à l'effectif moyen journalier pour 100m de filet.

Bien que les efforts de capture de baguage aient pu fortement varier entre les périodes 1994-2003 et 2007-2019, le but de cette partie est de comparer les deux études et d'essayer de mettre en évidence des tendances sur cette période de 25 ans. Les données antérieures n'ont pas pu être compilées avec les données récentes pour une analyse globale.

L'étude réalisée par CAILLAT *ET AL.* (2005) présentait dans un premier temps des résultats généraux sur 9 espèces : nombre de captures, nombre et % de bagues posées, nombre et % de contrôles. Dans un second temps, des indices de capture moyens (1994-2003) par pentade (effectif moyen journalier pour 100 mètres de filet) ont été calculés ainsi que les dates médianes de passage. Ces deux derniers paramètres concernent quatre espèces : Phragmite des joncs, Phragmite aquatique, Rousserolle effarvate et Rousserolle turdoïde. Dans le but de comparer ces résultats avec les données 2007-2019, les paramètres présentés par CAILLAT *ET AL.* (2005) ont été calculés avec les données de la période récente.

Les comparaisons des tableaux et figures doivent être remises dans le contexte d'études qui ont été réalisées avec des efforts de capture différents et sur des dates différentes pouvant influencer de façon importante les résultats.

## COMPARAISON MASSEREAU-MIGRON

Le suivi des passereaux paludicoles par baguage sur la station du Migron a été réalisé en 2011, 2012 et 2019. **Les données disponibles sont peu nombreuses et ne permettent pas des analyses approfondies** mais autorisent tout de même à dégager des premières tendances d'évolution. **Les résultats sont donc à interpréter avec précaution.** La comparaison avec la station du Massereau permet d'apprécier la qualité du site du Migron pour l'accueil des passereaux en halte migratoire. Dans un premier temps, le taux d'engraissement et la masse moyenne des Phragmites des joncs recapturés sur chacun des sites pour les 3 années en commun (2001, 2012 et 2019) sont utilisés comme indicateurs des ressources disponibles. Dans un second temps, les captures du Phragmite aquatique et les indices ACROLA et 93 sont comparés entre les deux stations pour mesurer les capacités d'accueil de l'espèce. Une partie des données au Migron ont été récoltées en scirpaies et permettront, à long terme, de mesurer plus précisément les différences d'accueil des passereaux entre la scirpaie du Migron et la roselière du Massereau.

BILAN DES CAPTURES

L'évolution du nombre moyen de captures 2007-2018 montre **deux principaux pics de passage aux alentours du 9 puis 16 août**, avec près de 200 captures par jour. En 2019, les conditions météorologiques n'ont malheureusement pas permis de capturer de façon constante sur ces périodes, visible par une baisse de captures et contrastant avec la courbe moyenne. Le pic de passage au 2 août est plus difficilement interprétable mais souligne tout de même la présence d'oiseaux en nombre important dès le début du camp. Toutefois, ce pic de captures pourrait provenir en partie d'un effet « ouverture » de la station, créant un effet de surprise pour les oiseaux déjà sur site en augmentant considérablement la probabilité de capture les premiers jours. Le nombre moyen de captures par jour entre 2007 et 2019 s'élève à 127 oiseaux pour 277 mètres de filet en moyenne.

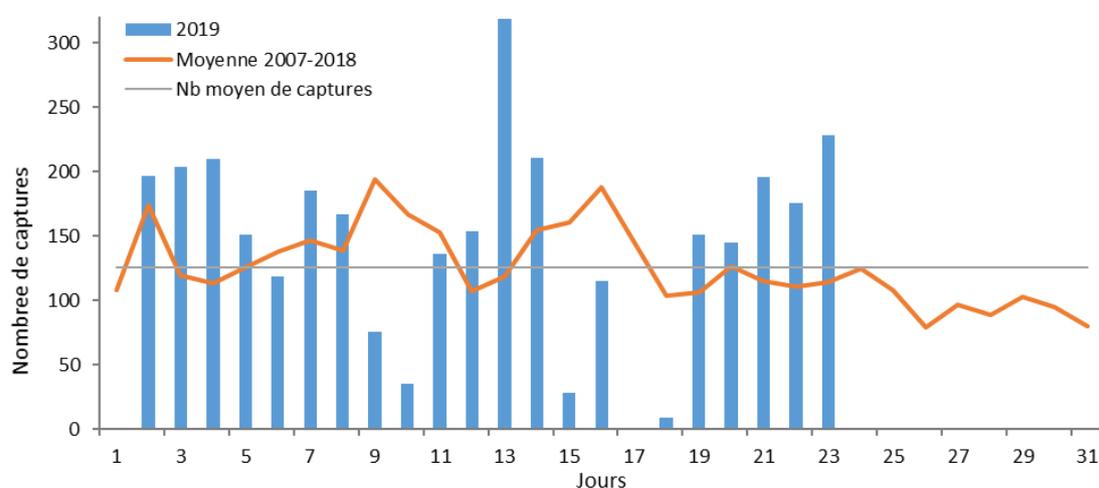


Figure 4. Nombre total quotidien de captures du mois d'août de l'année 2019 et de la période 2007-2018

Les pics d'activités correspondent principalement **aux pics de passage du Phragmite des joncs, espèce ciblée par le protocole SEJOUR, représentant plus de 70% des captures les 9 et 16 août** (Figure 5). Les autres espèces étant capturées en plus faibles effectifs, il est plus difficile de détecter les variations. La majorité des captures de la station s'effectue sur 12 espèces représentant 92% des captures totales (Tableau 2). Le Phragmite des joncs représente plus de la moitié des captures (52%) suivi de la Rousserolle effarvate à 19% et de la Gorgebleue à miroir à 4%.

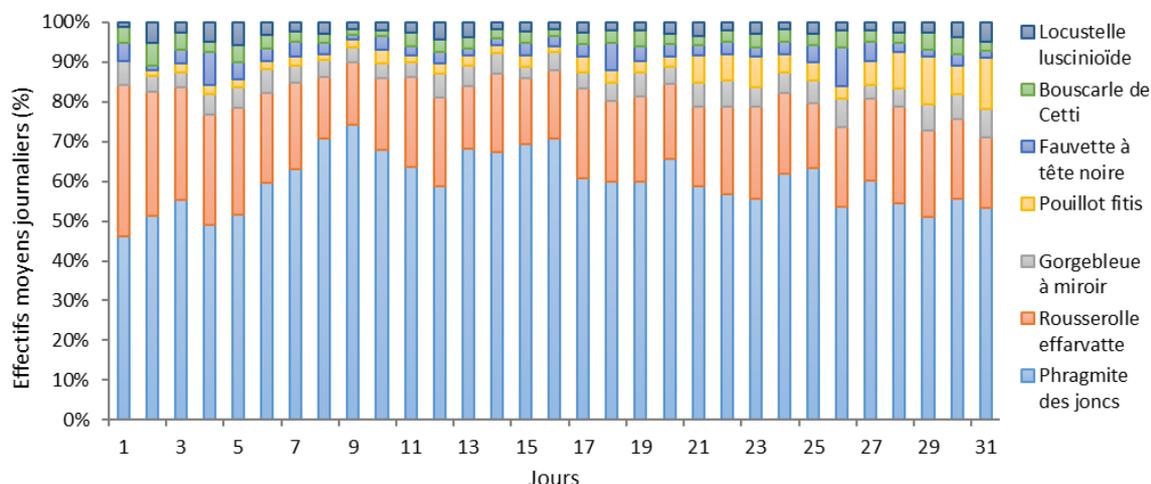


Figure 5. Évolution journalière des effectifs moyens 2007-2019 (%) des principales espèces capturées

Tableau 2. Nombre de captures et pourcentages par espèces de la station du Massereau 2007-2019 (trié par ordre décroissant du nombre total de captures)

ESPÈCES	NOMBRE DE CAPTURES		NOMBRE DE BAGUAGES		NOMBRE DE CONTRÔLES		% DU TOTAL DES BAGUAGES	% DU TOTAL DES CONTRÔLES
Phragmite des joncs	<b>20 804</b>	<b>52%</b>	18 030	87%	2 774	13%	56%	38%
Rousserolle effarvatte	<b>7 748</b>	<b>19%</b>	5 775	75%	1 973	25%	18%	27%
Gorgebleue à miroir	<b>1 781</b>	<b>4%</b>	1 123	63%	658	37%	3%	9%
Bouscarle de Cetti	<b>1 082</b>	<b>3%</b>	595	55%	487	45%	2%	7%
Locustelle luscinoïde	<b>856</b>	<b>2%</b>	616	72%	240	28%	2%	3%
Pouillot fitis	<b>783</b>	<b>2%</b>	767	98%	16	2%	2%	0%
Bruant des roseaux	<b>743</b>	<b>2%</b>	584	79%	159	21%	2%	2%
Mésange bleue	<b>742</b>	<b>2%</b>	472	64%	270	36%	1%	4%
Fauvette grissette	<b>652</b>	<b>2%</b>	527	81%	125	19%	2%	2%
Fauvette à tête noire	<b>599</b>	<b>2%</b>	522	87%	77	13%	2%	1%
Phragmite aquatique	<b>498</b>	<b>1%</b>	431	87%	67	13%	1%	1%
Locustelle tachetée	<b>411</b>	<b>1%</b>	380	92%	31	8%	1%	<1%
Merle noir	<b>294</b>	<b>1%</b>	183	62%	111	38%	1%	2%
Fauvette des jardins	<b>290</b>	<b>1%</b>	278	96%	12	4%	1%	<1%
Tarier des prés	<b>290</b>	<b>1%</b>	272	94%	18	6%	1%	<1%
Hirondelle de rivage	<b>261</b>	<b>1%</b>	255	98%	6	2%	1%	<1%
Accenteur mouchet	<b>183</b>	<b>&lt;1%</b>	110	60%	73	40%	1%	1%
Hirondelle rustique	<b>170</b>	<b>&lt;1%</b>	168	99%	2	1%	1%	<1%
Rousserolle turdoïde	<b>132</b>	<b>&lt;1%</b>	62	47%	70	53%	<1%	1%
Bergeronnette printanière	<b>126</b>	<b>&lt;1%</b>	119	94%	7	6%		
Rossignol philomèle	<b>108</b>	<b>&lt;1%</b>	81	75%	27	25%		
Mésange charbonnière	<b>97</b>	<b>&lt;1%</b>	80	82%	17	18%		
Cisticole des joncs	<b>87</b>	<b>&lt;1%</b>	85	98%	2	2%		
Rougegorge familier	<b>86</b>	<b>&lt;1%</b>	77	90%	9	10%		
Gobemouche noir	<b>81</b>	<b>&lt;1%</b>	77	95%	4	5%		
Hypolaïs polyglotte	<b>76</b>	<b>&lt;1%</b>	72	95%	4	5%		
Torcol fourmilier	<b>72</b>	<b>&lt;1%</b>	66	92%	6	8%		
Chevalier culblanc	<b>71</b>	<b>&lt;1%</b>	71	100%				
Pie-grièche écorcheur	<b>58</b>	<b>&lt;1%</b>	53	91%	5	9%		
Pouillot véloce	<b>57</b>	<b>&lt;1%</b>	55	96%	2	4%		
Tarier pâtre	<b>53</b>	<b>&lt;1%</b>	42	79%	11	21%		
Martin-pêcheur d'Europe	<b>51</b>	<b>&lt;1%</b>	50	98%	1	2%		
Bécassine des marais	<b>48</b>	<b>&lt;1%</b>	48	100%				
Mésange à longue queue	<b>43</b>	<b>&lt;1%</b>	34	79%	9	21%		
Pinson des arbres	<b>42</b>	<b>&lt;1%</b>	40	95%	2	5%		
Grive musicienne	<b>37</b>	<b>&lt;1%</b>	32	86%	5	14%		
Chardonneret élégant	<b>37</b>	<b>&lt;1%</b>	37	100%				
Panure à moustaches	<b>28</b>	<b>&lt;1%</b>	8	29%	20	71%		
Moineau domestique	<b>26</b>	<b>&lt;1%</b>	26	100%				
Étourneau sansonnet	<b>18</b>	<b>&lt;1%</b>	17	94%	1	6%		
Troglodyte mignon	<b>17</b>	<b>&lt;1%</b>	13	76%	4	24%		
Serin cini	<b>14</b>	<b>&lt;1%</b>	14	100%				

ESPÈCES	NOMBRE DE CAPTURES		NOMBRE DE BAGUAGES		NOMBRE DE CONTRÔLES		% DU TOTAL DES BAGUAGES	% DU TOTAL DES CONTRÔLES
Grimpereau des jardins	12	<1%	11	92%	1	8%		
Verdier d'Europe	10	<1%	10	100%				
Râle d'eau	8	<1%	8	100%				
Chevalier aboyeur	6	<1%	6	100%				
Chevalier guignette	6	<1%	6	100%				
Tourterelle des bois	5	<1%	5	100%				
Épervier d'Europe	5	<1%	5	100%				
Gobemouche gris	5	<1%	5	100%				
Pic vert	4	<1%	4	100%				
Bergeronnette grise	4	<1%	4	100%				
Bruant jaune	4	<1%	4	100%				
Traquet motteux	4	<1%	4	100%				
Pipit des arbres	3	<1%	2	67%	1	33%		
Rougequeue à front blanc	2	<1%	2	100%				
Alouette des champs	2	<1%	2	100%				
Faisan de Colchide	2	<1%	2	100%				
Marouette ponctuée	2	<1%	2	100%				
Aigrette garzette	2	<1%	2	100%				
Gallinule poule-d'eau	1	<1%	1	100%				
Pic épeiche	1	<1%	1	100%				
Moineau friquet	1	<1%	1	100%				
Caille des blés	1	<1%	1	100%				
Pie-grièche à tête rousse	1	<1%	1	100%				
Héron bicolore	1	<1%	1	100%				
Geai des chênes	1	<1%	1	100%				
Râle des genêts	1	<1%	1	100%				
Hypolaïs icterine	1	<1%	1	100%				
Hybride R. effarvate x P. des joncs	1	<1%	1	100%				
Mésange huppée	1	<1%	1	100%				
Foulque macroule	1	<1%	1	100%				
Pigeon ramier	1	<1%	1	100%				
Coucou gris	1	<1%	1	100%				
Canard colvert	1	<1%	1	100%				
Hirondelle de fenêtre	1	<1%	1	100%				
Linotte mélodieuse	1	<1%	1	100%				
Total général	39 755	100%	32 448	82%	7 307	18%	100%	100%



Figure 6. Illustrations d'espèces baguées sur la station du Massereau : Locustelle lusciniöide, Bruant des roseaux, Panure à moustaches, Gorgebleue à miroir © D et M. Ruppé-Rolland, 2018 ; Rousserolle turdoide © S. Gautier, 2019 ; Pie-grièche écorcheur, table de baguage © M. Batel, 2019, Filets, cabane de baguage, Martin pêcheur, Tarier des prés, Cisticole des joncs ©OFB, 2018

## CONTRÔLES ALLOCHTONES

Sur la période 2007-2019, 231 oiseaux bagués à l'étranger ont été contrôlés au Massereau et 90 oiseaux bagués au Massereau ont été contrôlés à l'étranger (Tableau 3, Tableau 4). **La Grande-Bretagne est de loin « l'origine » (56%) et la « destination » (43%) la plus représentée suivie de la Belgique en termes « d'origine » (28%) et de l'Espagne en termes de « destination » (19%).** Les plus grandes distances parcourues pour les oiseaux bagués à l'étranger et recapturés au Massereau sont de 1 950 km pour un Torcol fourmilier bagué en **Suède** (recapturés 63 jours plus tard) et de 1 800 km pour une Rousserolle effarvate baguée en **Russie** (recapturée 18 jours plus tard). Les plus grandes distances parcourues pour les oiseaux bagués au Massereau et recapturés à l'étranger sont de 3 867 km et 3 680 km pour 3 Phragmites des joncs recapturés au **Sénégal** dont 1 individu recapturé 2 ans et 5 mois plus tard, suivi de 3 686 km pour un Phragmite des joncs recapturé au **Mali** 1 an et 4 mois plus tard et de 3 574 km pour un Phragmite des joncs recapturé en **Mauritanie** 6 mois plus tard.

Des cartes détaillées des individus bagués au Massereau/Migron et contrôlés hors site et bagués hors site et contrôlé au Massereau/Migron sont présentées en annexe (Figure 37 à Figure 44) pour le Phragmite des joncs, le Phragmite aquatique, la Rousserolle effarvate et la Gorgebleue à miroir.

Tableau 3. Nombre d'oiseaux bagués à l'étranger et recapturés au Massereau

PAYS DE BAGUAGE	CENTRE	NOM VERNACULAIRE	TOTAL PAR ESPÈCE	TOTAL	
Grande-Bretagne	GBT	Hirondelle de rivage	20	<b>129</b>	56%
	GBT	Phragmite des joncs	108		
	GBT	Rousserolle effarvate	1		
Belgique	BLB	Gorgebleue à miroir	1	<b>64</b>	28%
	BLB	Phragmite aquatique	3		
	BLB	Phragmite des joncs	45		
	BLB	Rousserolle effarvate	18		
Pays-Bas	NLA	Gorgebleue à miroir	1	<b>17</b>	7%
	NLA	Hirondelle de rivage	1		
	NLA	Phragmite des joncs	9		
	NLA	Rousserolle effarvate	6		
Espagne, San Sebastien	ESA	Gorgebleue à miroir	2	<b>6</b>	3%
	ESA	Phragmite des joncs	2		
Espagne, Madrid	ESI	Phragmite aquatique	1		
	ESI	Phragmite des joncs	1		
Norvège	NOS	Phragmite des joncs	4	<b>4</b>	2%
Iles Anglo-Normandes, Jersey	CIJ	Phragmite des joncs	3	<b>4</b>	2%
	CIJ	Rousserolle effarvate	1		
Allemagne, Helgoland	DEW	Rousserolle effarvate	1	<b>2</b>	1%
Allemagne, Hiddensee	DEH	Gorgebleue à miroir	1		
Pologne	PLG	Phragmite aquatique	2	<b>2</b>	1%
Russie	RUM	Rousserolle effarvate	1	<b>1</b>	<1%
Portugal	POL	Gorgebleue à miroir	1	<b>1</b>	<1%
Suède	SVS	Torcol fourmilier	1	<b>1</b>	<1%
Total d'oiseaux bagués à l'étranger et recapturés au Massereau				<b>231</b>	100%

Bien que les données du Migron n'ont que partiellement été analysées dans ce rapport, il est intéressant de noter qu'un Phragmite des joncs a été bagué au **Sénégal** en février 2011 et recapturé au Migron, soit à 3 675 km, en août de la même année. De même qu'un Phragmite des joncs bagué au Migron en août 2012 et recapturé en **Mauritanie**, soit 3 688 km, en décembre de la même année.

A l'échelle de la France, 651 oiseaux ont été bagués hors site et contrôlés au Massereau dont 51% à Donges (n=330) et 9% à Grand-Lieu (n=60). Inversement, 286 oiseaux ont été bagués au Massereau puis contrôlés sur une autre station dont 55% (n=158) à Donges et 6% (n=17) à Grand-Lieu (Tableau 27 et Tableau 28 en annexe). Au total, 377 oiseaux ont été bagués au Massereau et contrôlés hors site en France et à l'étranger, permettant de calculer **une probabilité de recapture de 0,84% des oiseaux bagués à la station du Massereau et une probabilité de recaptures de 0,35% à la station de Donges.**

*Tableau 4. Nombre d'oiseaux bagués au Massereau et recapturés à l'étranger*

PAYS DE RECAPTURE	ESPÈCES	TOTAL PAR ESPÈCE	TOTAL	
Grande-Bretagne	Bécassine des marais	1	<b>39</b>	43%
	Hirondelle de rivage	14		
	Phragmite des joncs	21		
	Rousserolle effarvatte	3		
Espagne	Fauvette à tête noire	1	<b>17</b>	19%
	Gorgebleue à miroir	1		
	Hirondelle de rivage	1		
	Locustelle lusciniôïde	2		
	Phragmite aquatique	3		
	Phragmite des joncs	7		
	Rousserolle effarvatte	2		
Belgique	Phragmite aquatique	1	<b>7</b>	8%
	Phragmite des joncs	1		
	Rousserolle effarvatte	5		
Portugal	Gorgebleue à miroir	1	<b>5</b>	6%
	Phragmite aquatique	1		
	Phragmite des joncs	2		
	Rousserolle effarvatte	1		
Pays-Bas	Phragmite des joncs	2	<b>5</b>	6%
	Rousserolle effarvatte	3		
Sénégal	Phragmite des joncs	4	<b>4</b>	4%
Irlande	Hirondelle de rivage	3	<b>3</b>	3%
Pologne	Phragmite aquatique	2	<b>2</b>	2%
Lituanie	Phragmite aquatique	2	<b>2</b>	2%
Ukraine	Phragmite aquatique	1	<b>1</b>	1%
Mali	Phragmite des joncs	1	<b>1</b>	1%
République tchèque	Phragmite aquatique	1	<b>1</b>	1%
Mauritanie	Phragmite des joncs	1	<b>1</b>	1%
Iles Anglo-Normandes	Hirondelle de rivage	1	<b>1</b>	1%
Autriche	Phragmite aquatique	1	<b>1</b>	1%
Total d'oiseaux bagués au Massereau et recapturés à l'étranger			<b>90</b>	<b>100%</b>

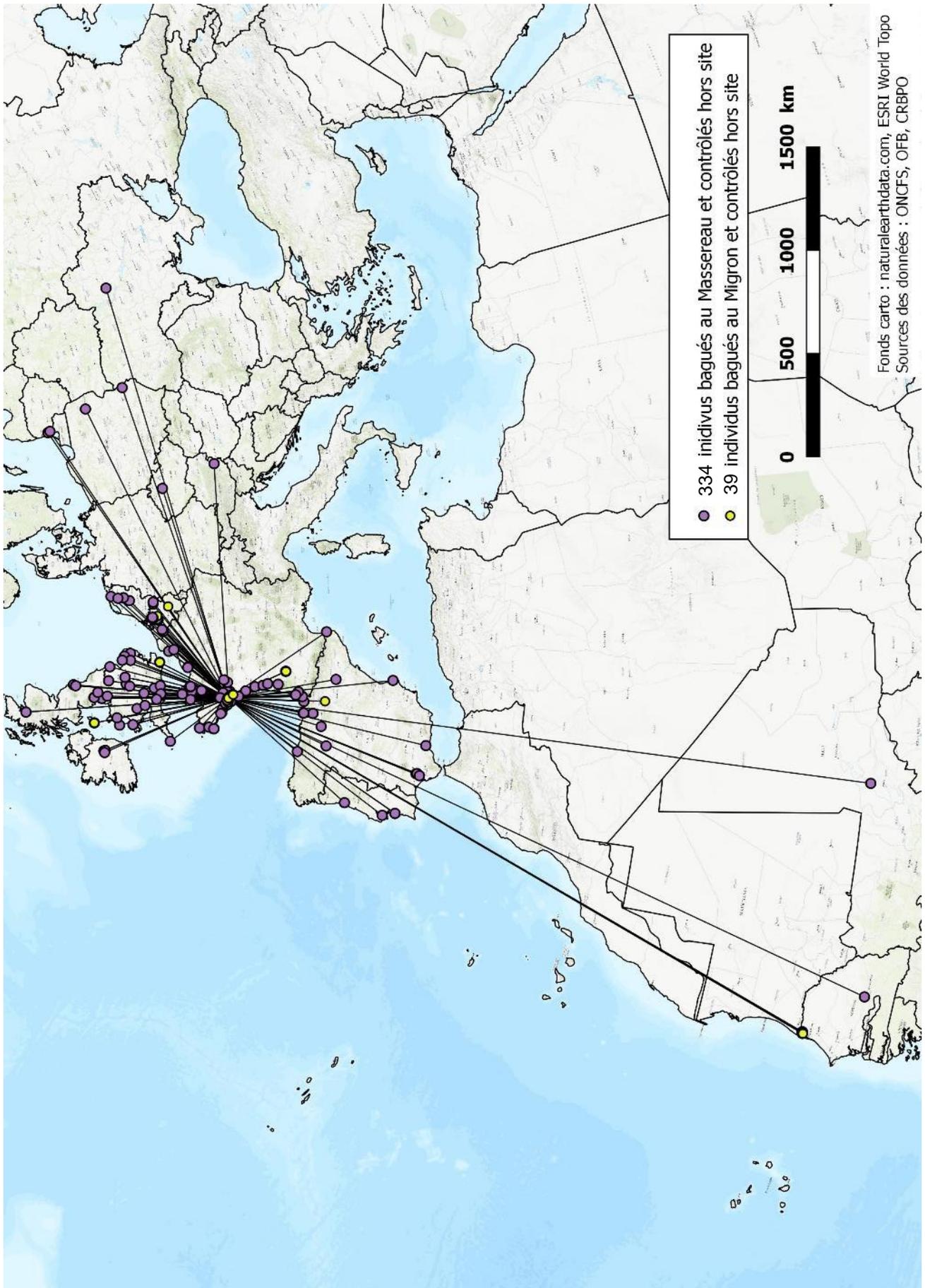


Figure 7. Carte des individus bagués au Massereau et au Migron et contrôlés à l'étranger

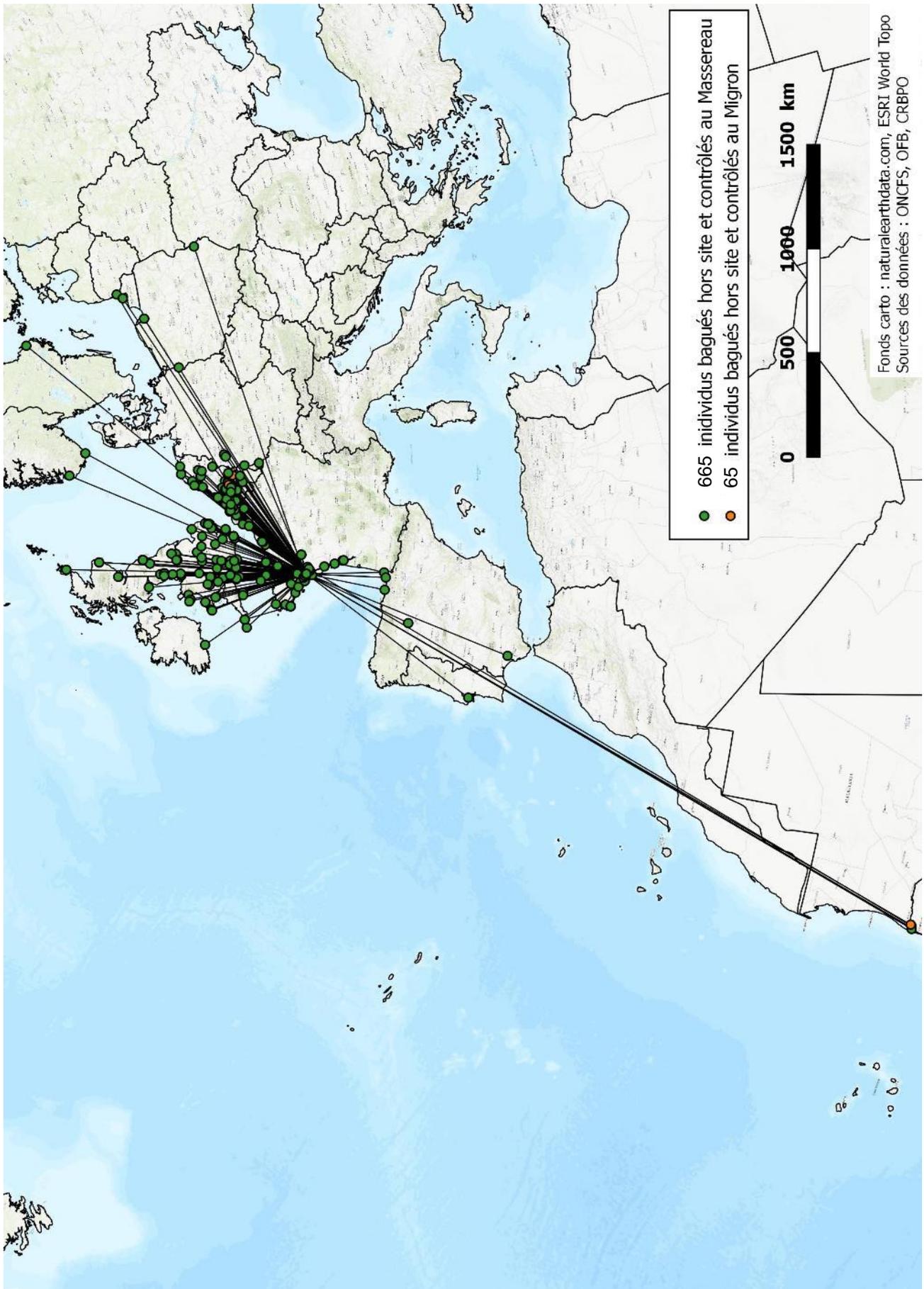


Figure 8. Carte des individus bégus à l'étranger et contrôlés au Massereau et au Migron

Le Tableau 5 ci-après présente les 22 données de rétromigration obtenues entre 2007 et 2019. La plus longue distance a été parcourue par une Bécassine des marais recapturée 39 jours plus tard à 651 km en Grande-Bretagne, suivi d'un Phragmite des joncs recapturé 6 jours plus tard à 293 km en Seine-Maritime (Saint-Vigor-D'Ymonville). La majorité des oiseaux recapturés en rétromigration (n=10) ont été contrôlés à la station de Trunvel (29). **L'ensemble des oiseaux recapturés en rétromigration étaient des individus de 1<sup>ère</sup> année.** Les Phragmites des joncs ayant effectué une rétromigration (n=16), avaient une masse moyenne de 10,5 g (écart-type  $\pm$  0,86 g) très légèrement inférieure à la moyenne calculée au Massereau de 10,8 g (écart-type  $\pm$  1,12 g) lors de leur départ mais restent dans l'intervalle de confiance de l'écart-type.



*Figure 9. Contrôle d'une bague étrangère © G. Cochard, 2013*

Tableau 5. Détail des données d'oiseaux bagués ou contrôlés au Massereau et recapturés hors site en rétromigration

Pays de recapture	DEPT	Localité	Lieu-dit	Espèce	Centre	Date de capture au Massereau	Date de recapture	Durée (jours)	Distance (km)	
Grande-Bretagne	GD		Llyn Ystumlllyn	Bécassine des marais	FRP	07/08/16	15/09/16	39	651	
			GUISSENY	Cléguer	Phragmite des joncs	FRP	09/08/11	20/08/11	11	242
	29	TREGAT	Trunvel		Phragmite des joncs	FRP	12/08/19	19/08/19	7	203
					Martin-pêcheur d'Europe	FRP	16/08/18	07/09/18	22	198
					Martin-pêcheur d'Europe	FRP	06/08/18	11/09/18	36	198
					Phragmite des joncs	FRP	05/08/08	11/08/08	6	198
					Phragmite des joncs	FRP	05/08/08	14/08/08	9	198
					Phragmite des joncs	FRP	23/08/09	30/08/09	7	198
					Phragmite des joncs	FRP	06/08/10	15/08/10	9	198
					Phragmite des joncs	FRP	12/08/10	02/09/10	21	198
					Phragmite des joncs	FRP	14/08/14	20/08/14	6	198
					Phragmite des joncs	GBT	02/08/18	28/08/18	17	198
					Rousserolle effarvate	FRP	13/08/17	23/08/17	10	198
				France	35	CHAPELLE-DE-BRAIN (LA)	La Carterais	Phragmite des joncs	FRP	07/08/13
49	POSSONNIERE (LA)	PONT DE L'ALLEUD	Phragmite des joncs		FRP	15/08/15	19/08/15	4	91	
	SOULAIRE-ET-BOURG	NOYANT	Rousserolle effarvate		FRP	21/08/18	23/08/18	2	108	
50	CARENTAN	Roselière de baguage	Phragmite aquatique		FRP	13/08/09	20/08/09	7	233	
	DRAGEY-RONTHON	Mont Manet	Phragmite des joncs		FRP	13/08/17	18/08/17	5	162	
	MONTMARTIN-EN-GRAIGNES	RNR de CAP	Phragmite des joncs		FRP	05/08/10	16/08/10	11	230	
			Phragmite des joncs		FRP	12/08/10	18/08/10	6	230	
	PIROU		Phragmite des joncs		FRP	07/08/10	13/08/10	6	216	
76	SAINT-VIGOR-D'YMONVILLE	PK 20	Phragmite des joncs	FRP	06/08/16	12/08/16	6	293		

## ÉVOLUTION DES EFFECTIFS

Les résultats des régressions linéaires ne sont pas significatifs, excepté pour la Fauvette des jardins (Tableau 6). **Pour la majorité des espèces testées, aucune tendance d'évolution n'a pu être mise en évidence entre 2007 et 2019, indiquant des effectifs stables sur cette période.** Les courbes de tendances non significatives n'ont pas été représentées sur ces graphiques afin de ne pas influencer leur lecture (Figure 11). **La tendance d'évolution de la Fauvette des jardins est positive ( $R^2=0,25$ ) avec un taux d'évolution annuelle de 13%, soit 161% entre 2007 et 2019. Les effectifs moyens d'adultes chez la Locustelle luscinoïde et la Gorgebleue à miroir sont en augmentation significative avec un taux annuel respectivement de 59% et 13%.** Il faut garder à l'esprit qu'une tendance à long terme se dégage souvent à partir d'une dizaine d'années. En effet, il peut être difficile de déceler une tendance d'augmentation ou de diminution d'effectifs sur une courte période à cause des fortes variations interannuelles. De plus, les tendances à l'échelle locale ne sont pas toujours représentatives des tendances nationales et peuvent être influencées par des facteurs locaux.



Figure 10. Gorgebleue à miroir © D et M. Ruppé-Rolland, 2018

Tableau 6. Résultats des régressions linéaires sur les effectifs moyens (/100m/jour)

ESPÈCE	AGE	RÉGRESSION LINÉAIRE				TAUX D'ÉVOLUTION ANNUELLE (%)
		R	ADJ. R <sup>2</sup>	P-VALUE		
Phragmite aquatique		-0,44	0,12	0,13086	n.s.	-
	1ère année	-0,47	0,15	0,10729	n.s.	-
	Adulte	-0,29	0,00	0,33116	n.s.	-
Phragmite des joncs		-0,31	0,01	0,30783	n.s.	-
	1ère année	-0,36	0,05	0,22767	n.s.	-
	Adulte	0,18	-0,06	0,55864	n.s.	-
Rousserolle effarvatte		-0,29	0,00	0,32814	n.s.	-
	1ère année	-0,33	0,03	0,26502	n.s.	-
	Adulte	0,07	-0,09	0,83098	n.s.	-
Bouscarle de Cetti		0,39	0,07	0,19206	n.s.	-
	1ère année	0,14	-0,07	0,65375	n.s.	-
	Adulte	0,36	0,05	0,22696	n.s.	-
Locustelle lusciniôide		0,19	-0,05	0,53765	n.s.	-
	1ère année	0,08	-0,08	0,80516	n.s.	-
	Adulte	0,62	0,33	0,02379	*	<b>59%</b>
Locustelle tachetée		-0,41	0,09	0,16529	n.s.	-
	1ère année	-0,40	0,08	0,17999	n.s.	-
	Adulte	-0,31	0,01	0,30708	n.s.	-
Gorgebleue à miroir		0,09	-0,08	0,77219	n.s.	-
	1ère année	-0,22	-0,04	0,46468	n.s.	-
	Adulte	0,65	0,37	0,01636	*	<b>13%</b>
Pouillot fitis		0,42	0,10	0,15274	n.s.	-
	1ère année	0,44	0,12	0,12996	n.s.	-
	Adulte	-0,03	-0,09	0,92794	n.s.	-
Fauvette à tête noire		0,48	0,16	0,09958	n.s.	-
	1ère année	0,47	0,15	0,10749	n.s.	-
	Adulte	0,08	-0,08	0,79730	n.s.	-
Fauvette des jardins		0,56	0,25	0,04574	*	<b>13%</b>
	1ère année	0,55	0,24	<u>0,05273</u>	n.s.	-
	Adulte	0,18	-0,06	0,56214	n.s.	-
Fauvette grissette		-0,10	-0,08	0,73920	n.s.	-
	1ère année	-0,10	-0,08	0,73365	n.s.	-
	Adulte	0,00	-0,09	0,99631	n.s.	-

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

Les courbes d'évolution dessinent plusieurs tendances communes chez certaines espèces (Figure 11). L'année 2010 semble particulièrement élevée chez la Bouscarle de Cetti, la Locustelle lusciniôide et la Locustelle tachetée. L'année 2011 est marquée par des effectifs élevés chez le Phragmite des joncs et le Phragmite aquatique. En 2017, excepté pour la Locustelle tachetée, toutes les espèces montrent une hausse des effectifs. En revanche, 2013 est marquée par une baisse des effectifs pour l'ensemble des espèces, excepté le Pouillot fitis.

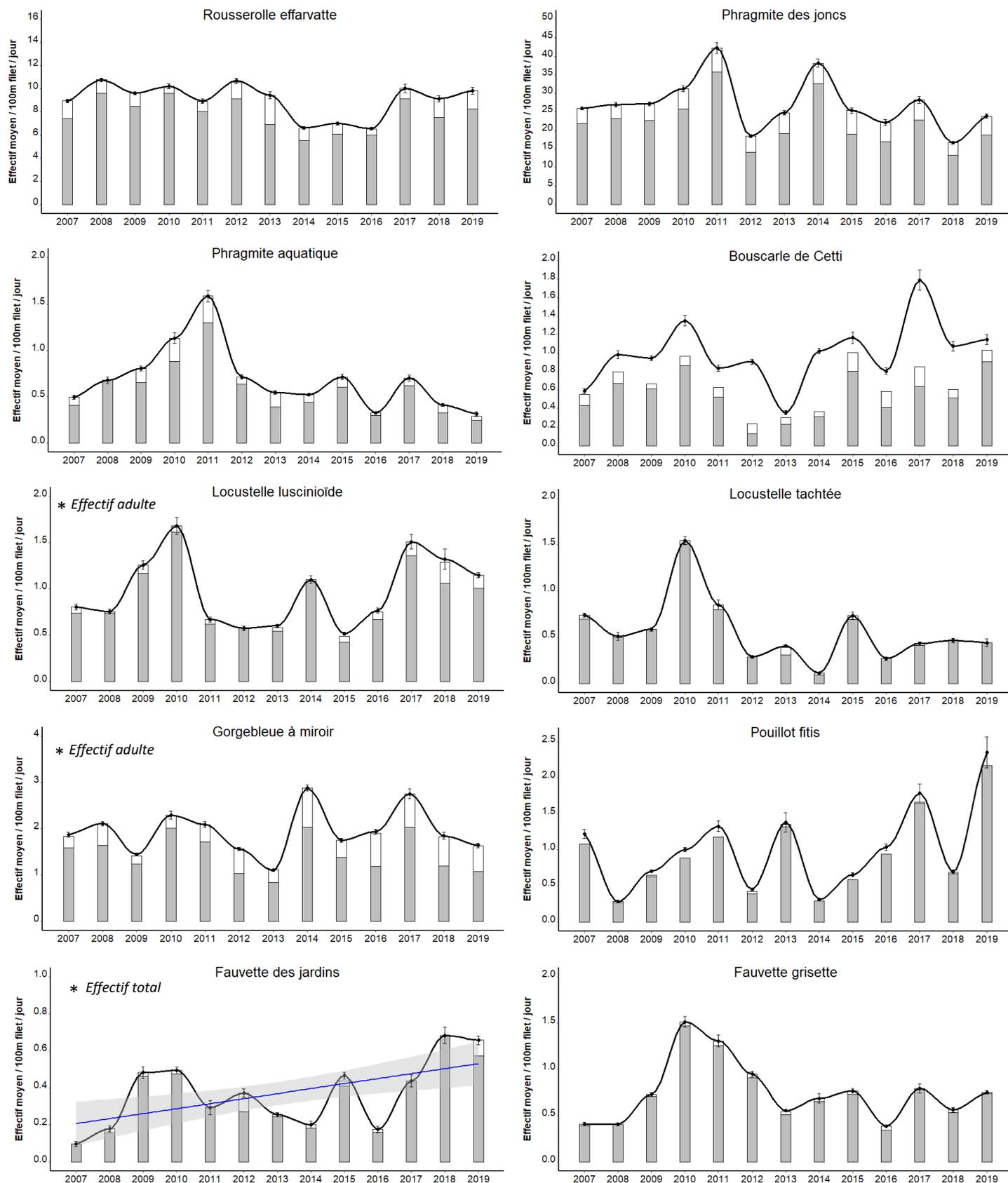


Figure 11. Graphiques d'évolution des effectifs moyens journaliers pour 100m de filet et par an pour les principales espèces capturées ( $\pm$  écart-type). Effectif total (courbe noire), effectif jeunes (histogramme gris), effectif adulte (histogramme blanc). La courbe de tendance de la Fauvette des jardins a été réalisée sur l'effectif total.

Les graphiques ci-dessous (Figure 12 et Figure 13) présentent les effectifs standardisés des principales espèces paludicoles et des espèces de milieux buissonnants. Les effectifs standardisés permettent de comparer l'évolution d'espèces d'un même habitat en faisant abstraction de la taille des effectifs. Ainsi la Rousserolle turdoïde a pu être ajoutée à cette analyse. La valeur de 0 correspond à la moyenne des effectifs d'une espèce. **Ce type de graphique est destiné à regarder l'évolution d'un cortège d'espèces dans son ensemble afin de détecter des évolutions communes.**

Les tendances décrites précédemment se retrouvent sur les graphiques ci-dessous et permettent une lecture plus globale. On remarque une baisse générale des effectifs standardisés en dessous de leur moyenne pour les espèces paludicoles en 2012/2013 puis en 2015 et 2016. Les effectifs semblent être au-dessus de leur moyenne en 2010/2011 ainsi qu'en 2014 et 2017. Seule la Rousserolle effarvate semble à l'opposé de ces tendances. Concernant les espèces de milieux buissonnants, les années 2010, 2011 puis 2017, 2018 et 2019 montrent des effectifs globalement élevés. Les effectifs des années 2012 à 2016 sont relativement faibles et en dessous de la moyenne.

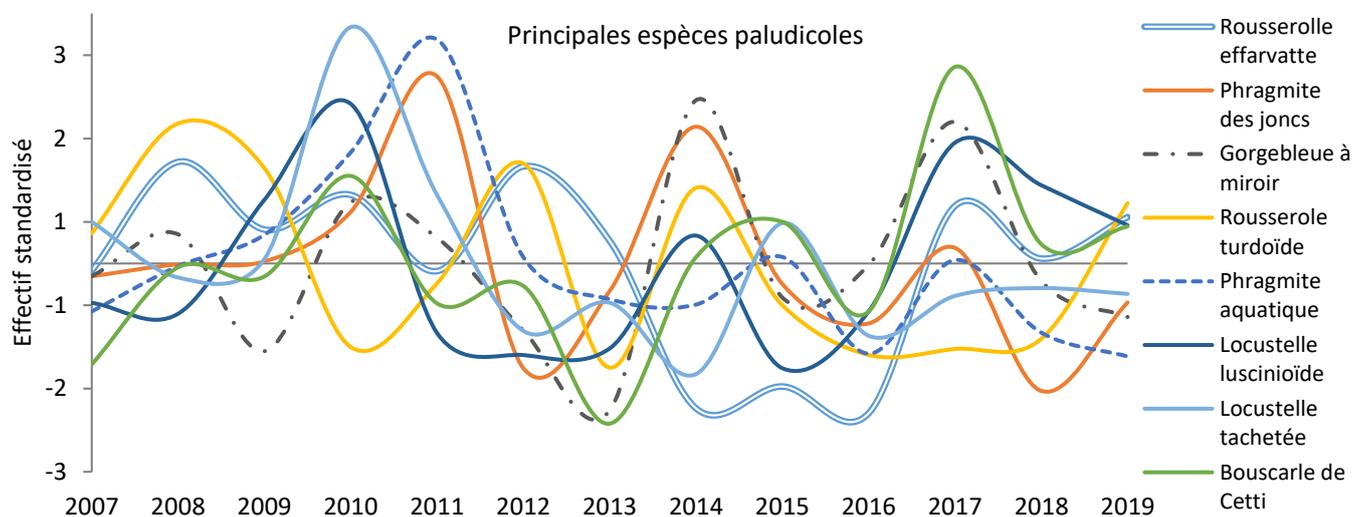


Figure 12. Évolution interannuelle des effectifs standardisés des principales espèces paludicoles

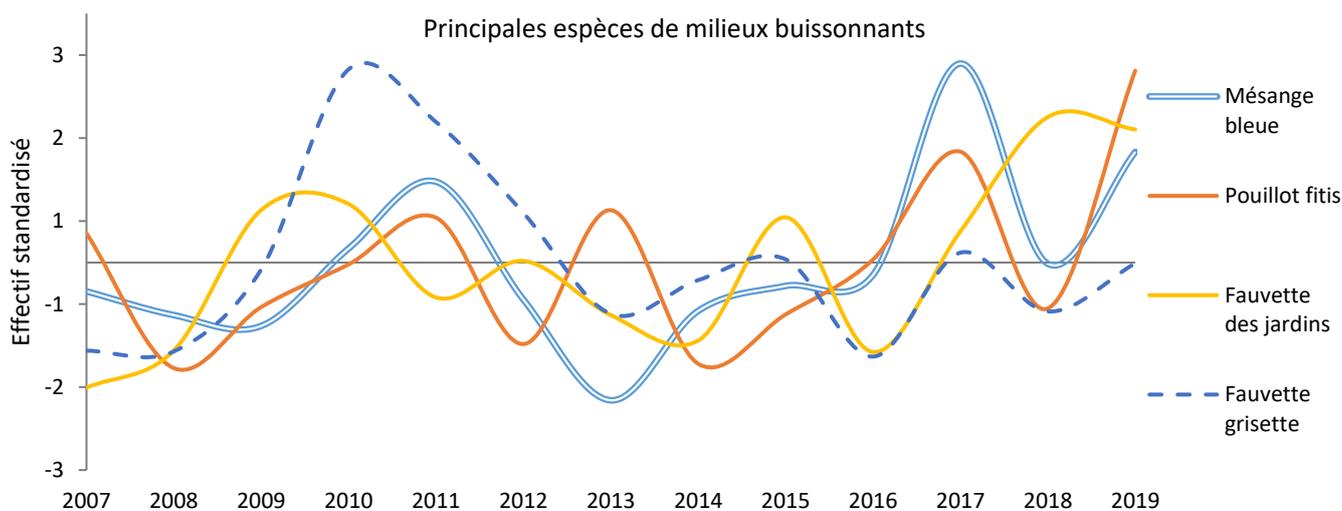


Figure 13. Évolution interannuelle des effectifs standardisés des principales espèces de milieux buissonnants

## STRUCTURE D'ÂGE

Les graphiques ci-après (Figure 14) présentent l'évolution de la structure d'âge des principales espèces en fonction des années. La migration postnuptiale succédant à la nidification, on observe un âge-ratio très élevé à cette période, indiquant un nombre d'individus de première année nettement supérieur à celui des adultes. En effet, ces espèces à durée de vie relativement courte (<10 ans) pondent un nombre d'œufs élevé (~5) entraînant chaque année en période de migration postnuptiale un nombre de jeunes individus plus important que celui des adultes. Les pourcentages d'adultes les plus faibles sont ceux de la Locustelle luscinoïde, la Locustelle tachetée, la Fauvette des jardins et la Fauvette grisette. A l'inverse, le pourcentage d'adultes le plus élevé est celui de la Gorgebleue à miroir. Dans l'ensemble, les distributions de classes d'âge avoisinent les 80% de jeunes et 20 % d'adultes.

Le Tableau 7 présente les résultats des tests du Chi-2 et des régressions linéaires sur les pourcentages de classes d'âge des principales espèces capturées. L'évolution des pourcentages montre une différence significative entre années pour toutes les espèces, excepté pour le Phragmite aquatique, la Bouscarle de Cetti et la Fauvette grisette dont les variations ne sont pas significatives. La baisse du pourcentage de jeunes chez la Bouscarle de Cetti en 2012 est expliquée par un plus grand nombre d'individus dont l'âge n'a pas pu être déterminé (noté « VOL ») avec seulement 7 « 1A » (jeune certain) et 33 « VOL » (âge inconnu). Malgré cela, le pourcentage de jeunes et d'adultes n'est pas significativement différent des autres années. Les régressions linéaires montrent une augmentation significative du pourcentage d'adultes pour la Locustelle luscinoïde et le Gorgebleue à miroir entre 2007 et 2019.

Tableau 7. Résultats des tests du Chi-2 et régression linéaire sur la structure d'âge

ESPÈCE	CHI-2				RÉGRESSION LINÉAIRE			
	CHI-2	DF	P-VALUE		R	R <sup>2</sup>	P-VALUE	
Phragmite aquatique	12,59	12	0,39987	n.s.	0,06	-0,09	0,85795	n.s.
Phragmite des joncs	166,19	12	< 0,0001	***	-0,53	0,21	0,06320	n.s.
Rousserolle effarvatte	105,61	12	< 0,0001	***	-0,02	-0,09	0,93917	n.s.
Bouscarle de Cetti	18,86	12	0,09202	n.s.	-0,13	-0,07	0,67879	n.s.
Locustelle luscinoïde	24,96	12	0,01505	*	-0,57	0,27	0,03998	*
Locustelle tachetée	11,58	12	0,4802	n.s.	0,16	-0,06	0,59710	n.s.
Gorgebleue à miroir	47,23	12	< 0,0001	***	-0,78	0,57	0,00163	**
Fauvette des jardins	28,00	12	0,00555	**	0,00	-0,09	0,99929	n.s.
Fauvette grisette	8,39	12	0,75420	n.s.	-0,25	-0,02	0,41389	n.s.

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

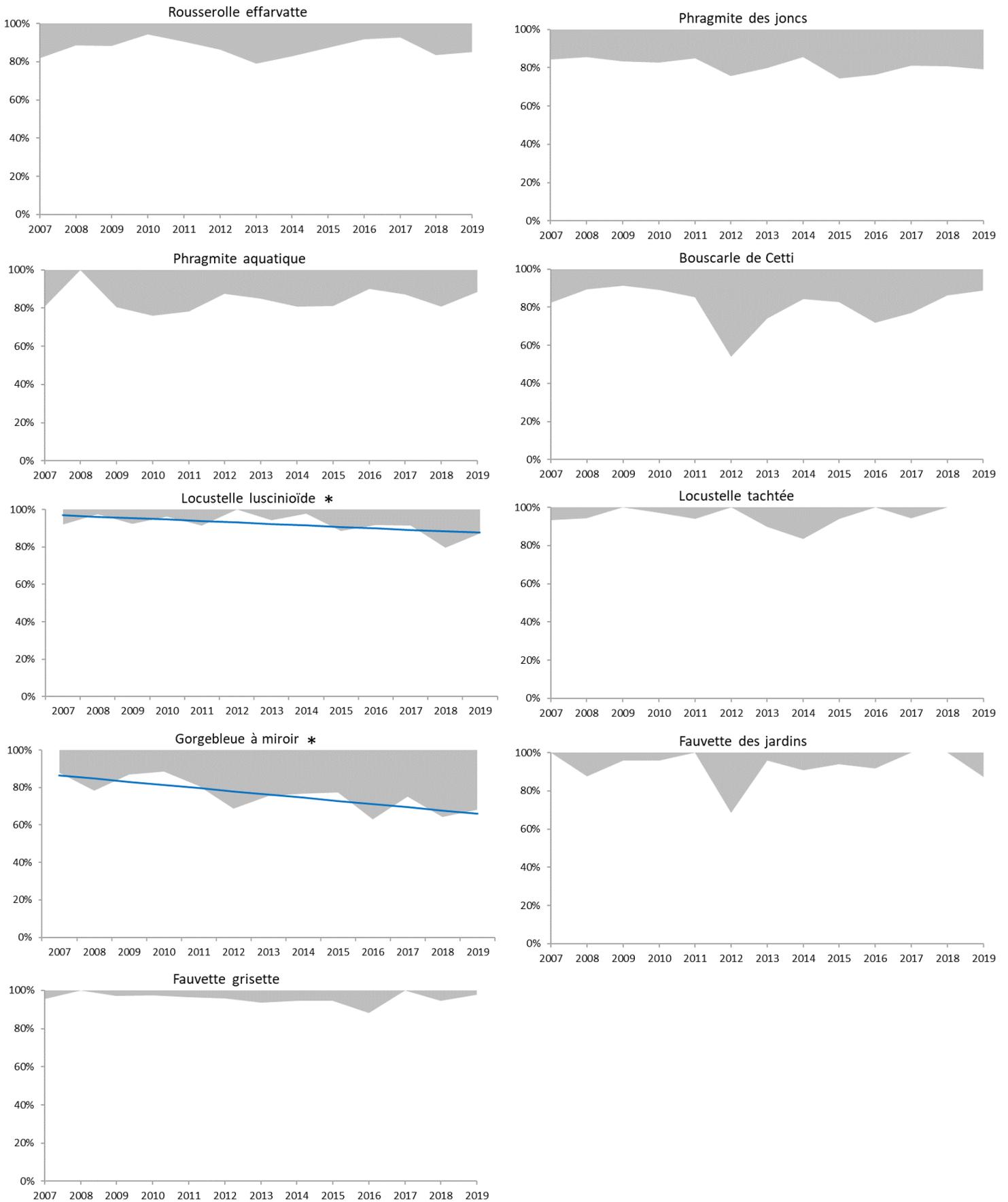


Figure 14. Pourcentage de jeunes (blanc) et d'adultes (gris) des principales espèces. Régression linéaire significative (\*).

## PHÉNOLOGIE

Le tableau ci-dessous illustre les résultats des tests de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis) et des régressions linéaires sur la date médiane de passage annuel par espèce pour les individus de première année (1A). Les individus adultes (+1A) ne sont pas assez nombreux pour réaliser cette même analyse. Pour les tests de Kruskal-Wallis, l'ensemble des résultats est significatif, autrement dit, il y a au moins une année dont la date médiane de passage est significativement différente des autres. **Ces résultats montrent une variabilité de la date médiane de passage entre années** pour les 13 espèces présentées dans le Tableau 8. Les résultats détaillés des tests entre chaque année sont présentés en annexe. Cependant, les résultats des régressions linéaires ne sont pas significatifs, autrement dit, **la forte variation interannuelle ne permet pas de dégager une tendance à l'augmentation ou à la diminution des dates médianes de passage entre 2007 et 2019**. Les courbes de tendances n'ont donc pas été représentées sur ces graphiques afin de ne pas en perturber la lecture.

*Tableau 8. Résultats des tests de Kruskal-Wallis et régressions linéaires sur les dates médianes entre années et par espèce*

Espèce	Kruskal-Wallis test					Régression linéaire			
	Chi-2	n	df	p-value		R	Adj. R <sup>2</sup>	p-value	
Phragmite aquatique	30,60	376	12	0,0023	**	0,15	-0,07	0,61954	n.s.
Phragmite des joncs	1376,71	15035	12	< 0,0001	***	0,14	-0,07	0,65468	n.s.
Rousserolle effarvatte	185,07	5322	12	< 0,0001	***	0,06	-0,09	0,85142	n.s.
Bouscarle de Cetti	66,86	584	12	< 0,0001	***	0,17	-0,06	0,57415	n.s.
Bruant des roseaux	39,53	417	12	0,0001	***	0,27	-0,01	0,36370	n.s.
Locustelle lusciniôïde	73,46	602	12	< 0,0001	***	0,08	-0,08	0,80025	n.s.
Locustelle tachetée	26,94	364	12	0,0079	**	0,07	-0,09	0,82736	n.s.
Gorgebleue à miroir	70,29	995	12	< 0,0001	***	0,16	-0,06	0,61067	n.s.
Mésange bleue	66,57	428	12	< 0,0001	***	0,20	-0,05	0,51401	n.s.
Pouillot fitis	293,37	714	12	< 0,0001	***	0,03	-0,09	0,92742	n.s.
Fauvette des jardins	36,85	259	12	0,0002	***	0,17	-0,06	0,58497	n.s.
Fauvette grisettes	28,04	509	12	0,0055	**	0,09	-0,08	0,77518	n.s.

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

Tableau 9. Date médiane moyenne 2007-2019 par groupe d'âge des principales espèces capturées (les dates correspondent aux captures de 5%, 25%, 75% et 95% de l'effectif total)

ESPÈCE	AGE	N	5%	25%	MÉDIANE	75%	95%	MIN	MAX
Phragmite aquatique	1ère année	376	7/8	13/8	17/8	22/8	27/8	2/8	31/8
	adulte	76	2/8	7/8	12/8	18/8	25/8	1/8	29/8
Phragmite des joncs	1ère année	15034	3/8	9/8	14/8	20/8	27/8	1/8	31/8
	adulte	3450	3/8	9/8	12/8	19/8	26/8	1/8	31/8
Rousserolle effarvate	1ère année	5322	2/8	8/8	14/8	21/8	28/8	1/8	31/8
	adulte	773	2/8	4/8	9/8	15/8	24/8	1/8	31/8
Bouscarle de Cetti	1ère année	376	2/8	5/8	11/8	19/8	26/8	1/8	31/8
	adulte	74	2/8	6/8	11/8	19/8	26/8	1/8	31/8
Locustelle lusciniöide	1ère année	601	2/8	6/8	12/8	20/8	27/8	1/8	31/8
	adulte	52	2/8	5/8	10/8	16/8	24/8	1/8	25/8
Locustelle tachetée	1ère année	364	2/8	8/8	14/8	20/8	27/8	1/8	31/8
	adulte	16	3/8	9/8	16/8	21/8	28/8	3/8	28/8
Gorgebleue à miroir	1ère année	994	3/8	8/8	15/8	22/8	29/8	1/8	31/8
	adulte	268	3/8	10/8	15/8	21/8	27/8	1/8	31/8
Pouillot fitis	1ère année	714	5/8	15/8	22/8	25/8	30/8	2/8	31/8
	adulte	53	8/8	14/8	21/8	24/8	31/8	2/8	31/8
Fauvette grisette	1ère année	509	3/8	8/8	15/8	21/8	28/8	1/8	31/8
	adulte	22	3/8	9/8	19/8	23/8	26/8	2/8	26/8
Fauvette des jardins	1ère année	259	4/8	12/8	18/8	22/8	28/8	2/8	30/8
	adulte	19	2/8	7/8	16/8	23/8	30/8	2/8	30/8

Les graphiques ci-dessous représentent l'évolution de la date médiane de passage des principales espèces étudiées. La date médiane annuelle des adultes (pointillés) n'a pu être calculée que pour la Rousserolle effarvate, le Phragmite des joncs et la Gorgebleue à miroir, possédant un nombre suffisamment élevé de données pour présenter des résultats fiables sur cette classe d'âge. Pour ces trois espèces, les résultats des tests de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis) et de régression linéaire sont similaires aux jeunes.

La phénologie permet d'observer des phénomènes de migration différenciée, assez fréquente entre classes d'âge et/ou entre mâles et femelles. **Les adultes de Rousserolle effarvate passent significativement plus tôt que les jeunes** (Mann-Whitney U Test ; p-value < 0,05), avec une date médiane moyenne pour les adultes au 9 août (écart-type  $\pm$  1,6 jours) contre le 14 août pour les jeunes (écart-type  $\pm$  0,9 jour), **soit 5 jours plus tôt**. Aucune différence significative n'a été trouvée chez le Phragmite des joncs dont les adultes passent en moyenne le 12 août (écart-type  $\pm$  1,1 jours) et les jeunes le 14 août (écart-type  $\pm$  1,5 jours) (Mann-Whitney U Test ; p-value= 0,19097). Il en est de même pour la Gorgebleue à miroir (Mann-Whitney U Test ; p-value= 0,61085), avec une date médiane moyenne le 15 août pour les adultes (écart-type  $\pm$  1 jour) ainsi que pour les jeunes (type  $\pm$  1,1 jours).

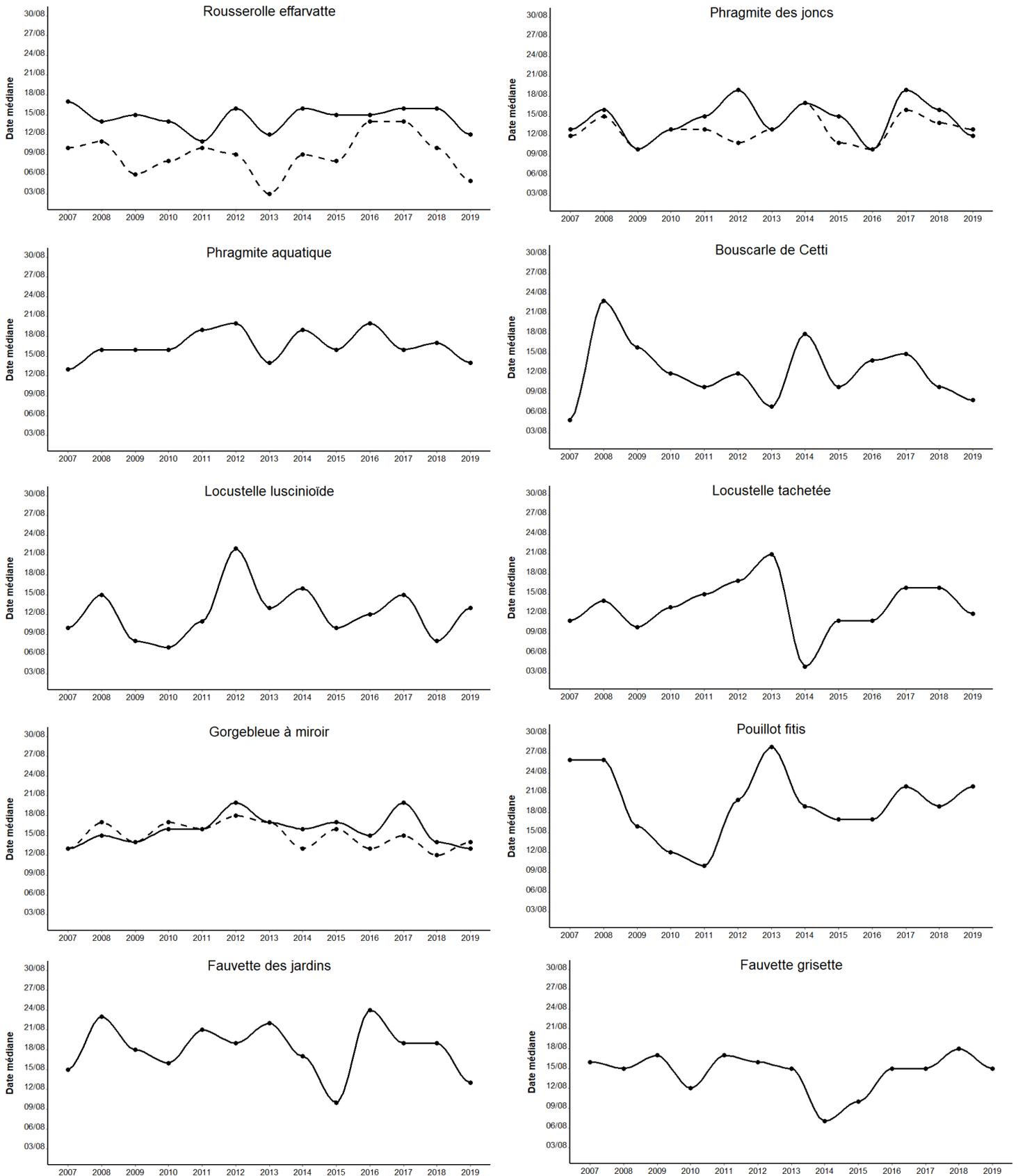


Figure 15. Graphiques d'évolution de la date médiane de passage des principales espèces capturées par classes d'âge (jeunes : trait plein ; adultes : tirets)

## CLIMATOLOGIE ET MIGRATION

L'indice d'Oscillation Nord Atlantique (NAO), traduisant des conditions météorologiques à grande échelle, peut être utilisé pour expliquer certaines variations interannuelles du succès de reproduction ou du flux migratoire. Les dates médianes de passage et les effectifs moyens pour 4 espèces ont été corrélées par régression linéaire aux données de NAO annuel, du printemps (avril, mai et juin) et du mois d'août. Les résultats du tableau ci-dessous ne montrent aucun test significatif. En d'autres termes, avec les données de baguages actuelles, **le NAO ne permet pas d'expliquer les variations de date médiane de passage ou d'effectifs moyens**. D'autres facteurs ont pu influencer la migration de ces espèces, de façon positive ou négative, tels que la capacité d'accueil du site, des conditions météorologiques locales particulières... Il est également possible qu'une période de baguage trop courte n'ait pas permis de détecter l'influence du NAO sur la migration. En effet, une étude sur la station de baguage de Donges a permis quant à elle, de corrélérer la date médiane de passage du Phragmite des joncs, du Phragmite aquatique et de la Gorgebleue à miroir avec des indices NAO annuel ou mensuel (JAGUENET, 2013). Cette station ouverte de fin-juillet à fin-octobre, couvre une période de migration nettement plus importante avec un linéaire de filet également supérieurs.

Cependant, on peut tout de même remarquer que les effectifs de la Rousserolle effarvate, du Phragmite aquatique et du Phragmite des joncs sont proches de la significativité d'une corrélation négative avec l'indice NAO annuel ou du mois d'août. Autrement dit, un NAO négatif indiquant des vents d'Ouest moins forts et un climat plus sec, pourrait expliquer en partie des effectifs plus élevés chez ces espèces.

Tableau 10. Régression linéaire des dates médiane de passage ~ NAO et effectifs moyens ~ NAO

		DATE MÉDIANE DE PASSAGE ~ NAO				EFFECTIFS MOYENS ~ NAO			
		R	R <sup>2</sup>	p-value	n.s.	R	R <sup>2</sup>	p-value	n.s.
NAO annuel	Phragmite aquatique	0,07	-0,08	0,80911	n.s.	-0,28	-0,01	0,35606	n.s.
	Phragmite des joncs	0,12	-0,08	0,69902	n.s.	-0,11	-0,08	0,72819	n.s.
	Rousserolle effarvate	-0,05	-0,09	0,87267	n.s.	-0,50	0,19	<u>0,07925</u>	n.s.
	Gorgebleue à miroir	0,11	-0,08	0,71972	n.s.	-0,13	-0,07	0,67992	n.s.
NAO printemps	Phragmite aquatique	-0,23	-0,03	0,45091	n.s.	-0,02	-0,09	0,93807	n.s.
	Phragmite des joncs	-0,01	-0,09	0,96885	n.s.	0,06	-0,09	0,85497	n.s.
	Rousserolle effarvate	-0,24	-0,03	0,43270	n.s.	-0,29	0,00	0,34506	n.s.
	Gorgebleue à miroir	0,00	-0,09	0,98959	n.s.	-0,19	-0,05	0,52718	n.s.
NAO août	Phragmite aquatique	0,11	-0,08	0,72354	n.s.	-0,48	0,16	<u>0,09509</u>	n.s.
	Phragmite des joncs	-0,22	-0,04	0,46888	n.s.	-0,55	0,24	<u>0,05268</u>	n.s.
	Rousserolle effarvate	-0,07	-0,09	0,81766	n.s.	-0,22	-0,04	0,47095	n.s.
	Gorgebleue à miroir	0,14	-0,07	0,64958	n.s.	-0,44	0,12	0,13335	n.s.

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

## HALTE MIGRATOIRE

### DURÉE DE HALTE MIGRATOIRE MINIMALE

Les durées de haltes minimales sont calculées avec les dates de premières et dernières captures des individus. Elles correspondent en réalité aux durées de halte les plus longues observées sur le site. L'hypothèse que ces dates soient proches des dates réelles d'arrivée et de départ est peu probable, amenant souvent à sous-estimer ou surestimer la durée de halte réelle. Néanmoins, lorsqu'il n'est pas possible d'estimer ces durées par CMR (espèces peu recapturées), cette méthode reste une indication intéressante sur ces durées de haltes, à interpréter avec prudence. De plus, comme précisé dans la partie matériel et méthode, la Bouscarle de Cetti n'est pas migratrice à proprement parlé et la Fauvette à tête noire atteint son pic de passage mi-septembre. Les durées présentées pour la Bouscarle de Cetti et la fauvette à tête noire sont donc à interpréter comme des temps de présence sur site et non comme durée de halte migratoire.

Tableau 11. Durée de halte minimale par espèce

ESPÈCE	DURÉE DE HALTE MINIMALE MOYENNE (JOUR)
Phragmite aquatique	4
Phragmite des joncs	16
Rousserolle effarvatte	21
Bouscarle de Cetti	24
Locustelle luscinoïde	13
Locustelle tachetée	3
Gorgebleue à miroir	19
Pouillot fitis	3
Fauvette des jardins	2
Fauvette grisette	13



Figure 16. Démaillage des oiseaux aux filets © M. Batel, 2019

## ESTIMATION DE LA DURÉE DE HALTE PAR CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

Le tableau ci-dessous et les graphiques suivants présentent les résultats des estimations de durée de halte migratoire après capture et de probabilité de recapture par CMR pour la Rousserolle effarvatte et le Phragmite des joncs. **En moyenne sur les 13 années de suivi, la durée de halte est de 8,6 jours (IC 95% SE [6,8 - 10,5]) pour la Rousserolle effarvatte et de 4,2 jours (IC 95% SE [3,7 - 4,8]) pour le Phragmite des joncs.** La probabilité de recaptures est similaire entre les deux espèces mais variables entre années, avec 6% pour la Rousserolle effarvatte (IC 95% SE [4 - 8]) et le Phragmite des joncs (IC 95% SE [3 - 8]). Les modèles utilisés pour les calculs de durée de halte sont présentés en annexe.

*Tableau 12. Estimation de la durée de halte migratoire par CMR*

ANNÉE	ROUSSEROLLE EFFARVATTE				PHRAGMITE DES JONCS			
	DURÉE DE HALTE (JOUR) [IC 95% SE]		TAUX DE RECAPTURE [IC 95% SE]		DURÉE DE HALTE (JOUR) [IC 95% SE]		TAUX DE RECAPTURE [IC 95% SE]	
2007	<b>13,2</b>	[8,0 - 22,0]	4%	[2% - 7%]	<b>4,2</b>	[2,6 - 7,2]	2%	[0% - 9%]
2008	<b>11,3</b>	[6,0 - 21,4]	3%	[2% - 7%]	<b>4,3</b>	[2,1 - 9,4]	2%	[0% - 15%]
2009	<b>6,1</b>	[4,1 - 9,1]	4%	[2% - 8%]	<b>3,2</b>	[2,0 - 5,2]	6%	[2% - 17%]
2010	<b>13,4</b>	[6,6 - 29,9]	5%	[3% - 7%]	<b>3,9</b>	[2,9 - 5,2]	5%	[3% - 10%]
2011	<b>8,1</b>	[4,6 - 14,7]	5%	[2% - 12%]	<b>4,4</b>	[2,8 - 7,1]	2%	[1% - 6%]
2012	<b>5,5</b>	[4,4 - 6,9]	7%	[5% - 9%]	<b>4,6</b>	[2,5 - 8,8]	6%	[2% - 15%]
2013	<b>6,7</b>	[5,0 - 9,1]	5%	[3% - 8%]	<b>4,7</b>	[1,8 - 15,2]	7%	[2% - 18%]
2014	<b>9,5</b>	[5,8 - 15,6]	6%	[4% - 10%]	<b>4,1</b>	[3,2 - 5,4]	8%	[4% - 19%]
2015	<b>6,7</b>	[4,8 - 9,4]	4%	[3% - 7%]	<b>4,3</b>	[3,2 - 5,8]	12%	[5% - 28%]
2016	<b>4,7</b>	[3,3 - 6,7]	12%	[8% - 18%]	<b>5,4</b>	[3,8 - 7,8]	12%	[8% - 18%]
2017	-	-	-	-	<b>3,5</b>	[1,1 - 18,9]	3%	[1% - 18%]
2018	<b>10,0</b>	[6,3 - 16,1]	13%	[6% - 25%]	<b>2,6</b>	[1,7 - 4,2]	8%	[1% - 29%]
2019	<b>8,7</b>	[5,8 - 13,3]	8%	[6% - 12%]	<b>5,8</b>	[2,4 - 15,5]	1%	[0% - 3%]
Moyenne	<b>8,6</b>	[6,8 - 10,5]	6%	[4% - 8%]	<b>4,2</b>	[3,7 - 4,8]	6%	[3% - 8%]

*Tableau 13. Résultats des tests de Kruskal-Wallis et des régressions linéaires sur la durée de halte, le taux de recapture et le taux de résident en fonction des années pour la Rousserolle effarvatte et le Phragmite des joncs*

ESPÈCES	VARIABLES	KRUSKAL-WALLIS TEST					RÉGRESSION LINÉAIRE			
		CHI-2	N	DF	P-VALUE	R	ADJ. R <sup>2</sup>	P-VALUE		
Rousserolle effarvatte	Durée de halte	226,77	267	11	<0,001	***	0,39	0,07	0,21297	n.s.
	Taux de recapture	226,12	279	11	<0,001	***	0,76	0,53	0,00442	**
	Taux de résidents	209,49	280	11	<0,001	***	0,20	-0,06	0,54307	n.s.
Phragmite des joncs	Durée de halte	134,08	280	12	<0,001	***	0,16	-0,06	0,59244	n.s.
	Taux de recapture	171,32	290	12	<0,001	***	0,31	0,01	0,30763	n.s.
	Taux de résidents	209,49	280	12	<0,001	***	0,55	0,24	0,04976	*

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

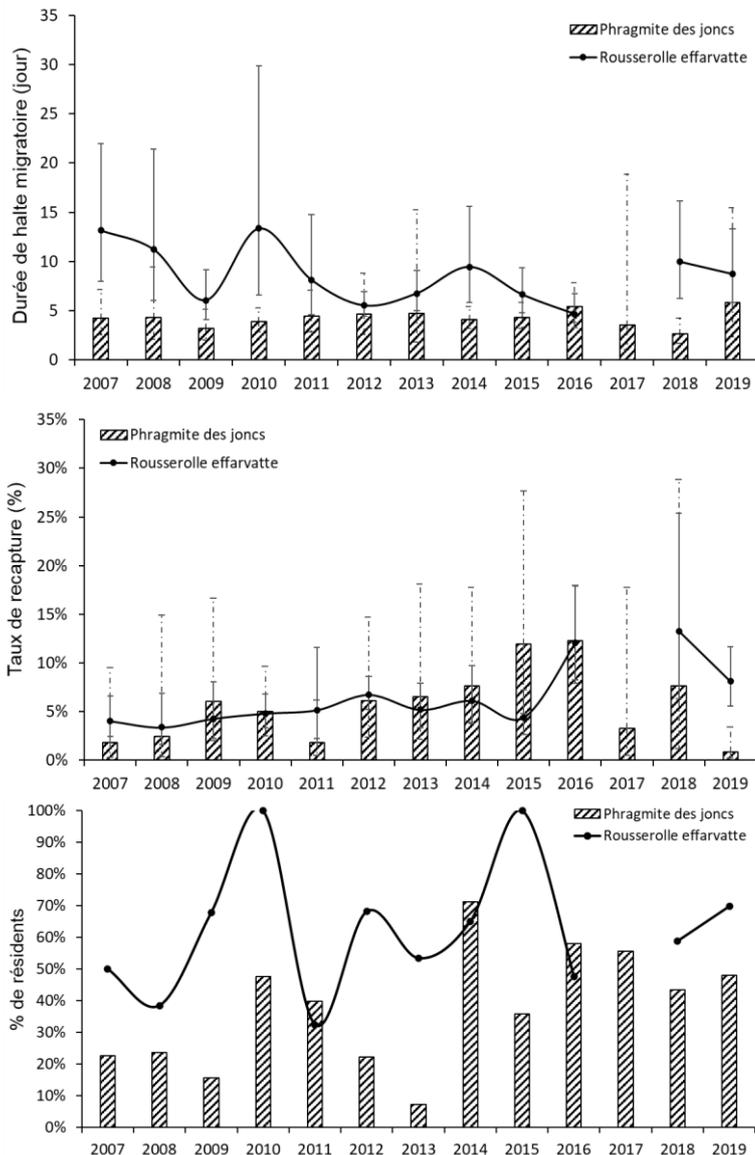


Figure 17. Évolution de la durée de halte (haut), du taux de recapture annuel (milieu) et du % de résidents (bas) chez la Rousserolle effarvatte et le Phragmite des joncs ( $\pm$ IC 95% erreur standard)

Les graphiques ci-contre montrent la variabilité des durées de halte annuelle qui semble plus prononcées chez le Rousserolle effarvatte que chez le Phragmite des joncs. Les deux espèces indiquent une variabilité interannuelle significative mais les régressions linéaires ne montrent pas de tendances d'évolution. L'année 2017 ne comptabilise pas assez de recaptures pour permettre une analyse par CMR.

Les barres d'erreurs représentent l'intervalle de confiance de l'erreur standard à 95%. La dissymétrie des valeurs positives et négatives provient de l'utilisation par le logiciel MARK d'une échelle logarithmique. À noter que la précision de l'estimation des durées de halte est très variable entre années et dépend du nombre d'individus recapturés chaque année et de la structure de ces données.

La probabilité de recapture annuelle évolue entre 3% et 8% (IC 95% SE) avec une moyenne de 6% sur les 13 années étudiées. Autrement dit, chaque jour de baguage, en moyenne 6% des individus déjà capturés au moins 1 fois sont recapturés. Ce résultat peut paraître faible mais est en réalité satisfaisant

compte tenu du contexte de migration des passereaux paludicoles. Le taux de recaptures de la Rousserolle effarvatte augmente de façon significative entre 2007 et 2019 (Tableau 13). Ce taux peut varier fortement en fonction de la disposition des filets sur la station et peut être intéressant à comparer en cas de changement du plan d'échantillonnage.

Les pourcentages de résidents et de transients pour les deux espèces étudiées par CMR renseignent sur la proportion d'oiseaux stationnant sur site (résidents) et celle d'oiseaux ne faisant que « passer » (transients). La superposition des deux séries de données ne semble pas montrer d'évolution commune marquée entre la Rousserolle effarvatte et le Phragmite des joncs. Le taux de résidents est très élevé pour la Rousserolle effarvatte en 2010 et 2015 et ne descend pas en dessous d'environ 40%. Concernant le Phragmite des joncs, le taux de résidents augmente de façon significative entre 2007 et 2019 ( $p$ -value < 0,05 ; Tableau 13). Le taux le plus élevé est de 70% en 2014. A noter que l'année 2013 est marquée par un très faible taux de résident (7%), indiquant une très grande majorité d'oiseaux ne restant pas plus d'un jour sur le site. Hormis cette année, le taux de résident ne descend pas en dessous de 40%.

## TAUX D'ENGRASSEMENT

Le tableau ci-dessous présente les résultats du taux d'engraissement quotidien (*Fuel Deposition Rate* ou FDR) par espèce et par classe d'âge. Seules les espèces ayant suffisamment d'individus ont pu permettre de calculer un taux d'engraissement annuel par classe d'âge, de réaliser un test de comparaison de moyennes (Kruskal-Wallis) et/ou une régression linéaire. Plus le nombre d'individus recapturés est faible, moins le taux d'engraissement moyen ou annuel est représentatif de celui de la population stationnant au Massereau. Ainsi, les résultats entre parenthèses concernent un faible nombre d'individus et sont par conséquent peu fiables. Ils sont présentés à titre indicatifs et ne permettent pas de conclure sur la qualité du site de halte pour ces espèces.

Tableau 14. Taux d'engraissement (FDR) moyen (2007-2019) par espèce et résultats des régressions multiples

ESPÈCES	N	AGE	FDR MOYEN (G/JOUR) ± SE	STUDENT TEST		KRUSKAL-WALLIS TEST				RÉGRESSION LINÉAIRE		
					P-VALUE	CHI-2	DF	P-VALUE	R	ADJ. R <sup>2</sup>	P-VALUE	
Phragmite aquatique	10	1 <sup>ère</sup> an.	0,13 ± 0,07	0,0532	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
	1	adulte	(0,39) -			-	-	-	-	-	-	-
Phragmite des joncs	447	1 <sup>ère</sup> an.	<b>0,12</b> ± 0,01	<0,0001	***	82,92	12	<0,0001	***	0,14	0,06	0,2055 n.s.
	142	adulte	<b>0,18</b> ± 0,02	<0,0001	***	29,60	11	0,0018	***	0,01	-0,09	0,7625 n.s.
Rousserolle effarvatte	615	1 <sup>ère</sup> an.	<b>-0,03</b> ± 0,01	<0,0001	***	41,71	12	<0,0001	***	0,01	-0,08	0,6957 n.s.
	106	adulte	0,02 ± 0,01	0,1950	n.s.	26,58	12	0,0089	***	0,01	-0,08	0,7231 n.s.
Bouscarle de Cetti	116	1 <sup>ère</sup> an.	0,00 ± 0,01	0,6726	n.s.	11,08	12	0,5218	n.s.	0,05	-0,40	0,4764 n.s.
	22	adulte	-0,03 ± 0,02	0,1097	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Locustelle luscinoïde	84	1 <sup>ère</sup> an.	<b>0,04</b> ± 0,01	0,0235	*	14,88	12	0,2479	n.s.	0,00	-0,09	0,9839 n.s.
	12	adulte	0,08 ± 0,08	0,1721	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Locustelle tachetée	11	1 <sup>ère</sup> an.	0,04 ± 0,03	0,4381	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Gorgebleue à miroir	111	1 <sup>ère</sup> an.	0,01 ± 0,02	0,9193	n.s.	18,63	12	0,0978	n.s.	0,14	0,07	0,2017 n.s.
	69	adulte	-0,02 ± 0,01	0,3692	n.s.	14,57	12	0,2660	n.s.	0,13	0,06	0,2184 n.s.
Pouillot fitis	4	1 <sup>ère</sup> an.	(0,10) ± 0,07	0,1334	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Fauvette des jardins	5	1 <sup>ère</sup> an.	(0,13) ± 0,11	0,3244	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
	1	adulte	(0,08) -			-	-	-	-	-	-	-
Fauvette grisettes	62	1 <sup>ère</sup> an.	<b>0,07</b> ± 0,02	0,0246	*	-	-	-	-	0,00	-0,09	0,9286 n.s.
	3	adulte	(0,13) ± 0,15	0,5256	n.s.	-	-	-	-	-	-	-

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif, p > 0.05 ; \* : p < 0.05 ; \*\* : p < 0.01 ; \*\*\* : p < 0.001)

Les résultats des tests de Kruskal-Wallis montrent une différence interannuelle significative du taux d'engraissement pour le Phragmite des joncs et la Rousserolle effarvatte (p-value < 0,05). **Il y a donc une variation interannuelle du taux d'engraissement pour ces deux espèces. Cependant, les régressions linéaires ne montrent aucune tendance d'évolution significative du taux d'engraissement pour les 6 espèces testées.**

Les tests de Student présentent un taux d'engraissement significativement différent de 0 pour le Phragmite des joncs (jeunes et adultes), la Rousserolle effarvatte (jeunes), la Locustelle luscinoïde (jeunes) et la Fauvette grisettes (jeunes). Les autres espèces ont un taux d'engraissement considéré comme nul. Les graphiques en Figure 19 mettent en évidence les variations interannuelles des résultats. Les années représentées sans barres d'erreur ne comportent qu'un seul individu, ces valeurs

sont données à titre indicatif mais ne permettent pas une interprétation fiable. **Ainsi, le taux d'engraissement du Phragmite des joncs est presque toujours positif avec une valeur moyenne de 0,12 g.jour<sup>-1</sup> (± 0,01) pour les jeunes et de 0,18 g.jour<sup>-1</sup> (± 0,02) pour les adultes.** Celui des jeunes Fauvettes grisettes est également positif sur toute la période, excepté 2014 et 2016, avec des valeurs régulièrement supérieures à 0,1 g.jour<sup>-1</sup> et une moyenne à 0,07 g.jour<sup>-1</sup> (± 0,02). Malgré des taux d'engraissement supérieures à 0,1 g.jour<sup>-1</sup> certaines années (hors années 2010 et 2016 avec 1 seul individu), **la Rousserolle effarvate montre une accumulation de graisse non significative pour les adultes et légèrement négative pour les jeunes (-0,03 g.jour<sup>-1</sup> ± 0,01).** La Locustelle luscinoïde présente un taux d'engraissement faible mais positif (0,04 g.jour<sup>-1</sup> ± 0,01), excepté pour 2010, 2011 et 2012.



*Figure 18. Mesure d'adiposité © M. Batel, 2019*

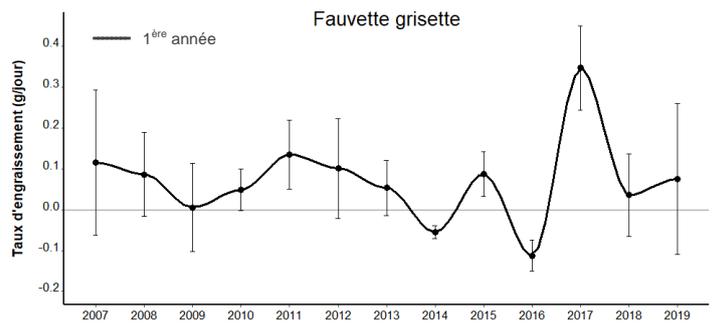
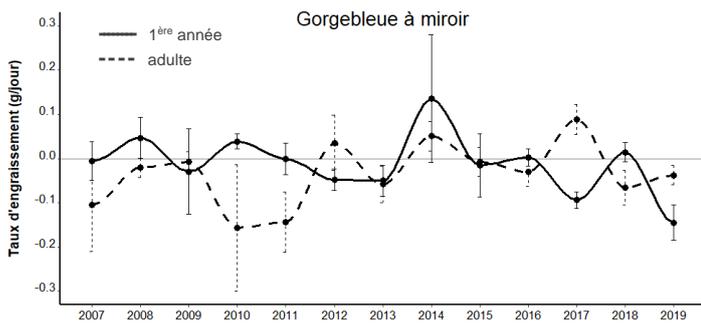
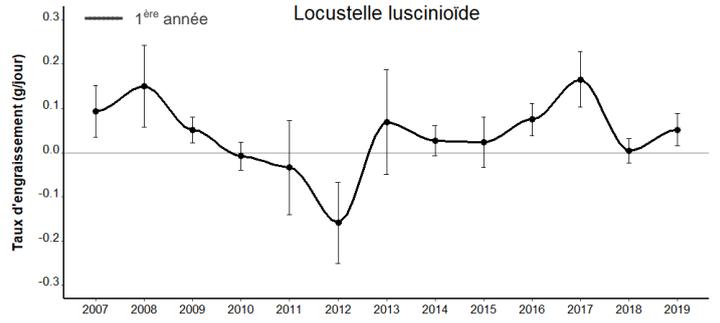
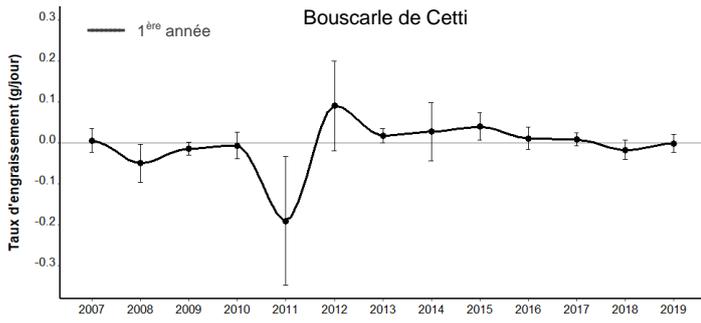
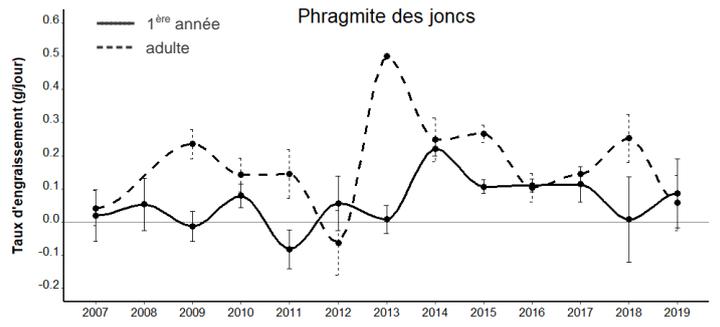
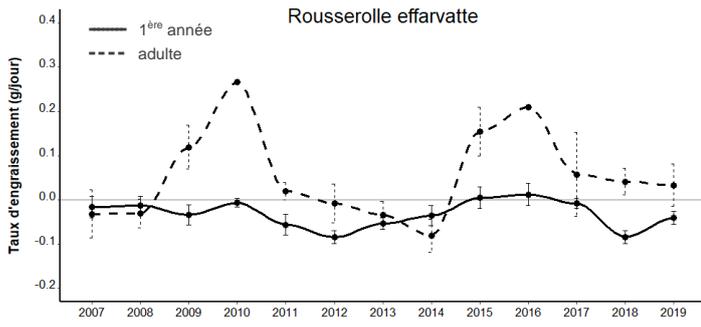


Figure 19. Graphiques d'évolution annuelle du taux d'engraissement ( $\pm$  erreur standard)

## COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE 1994-2003

Les graphiques et tableaux présentés par la suite sont issus de l'étude de CAILLAT *ET AL.* (2005). Ils ont été complétés ou reproduits avec les données de la période récente afin de faciliter la comparaison des deux études. Les graphiques créés pour la période 2007-2019 n'ont pu être mis à l'échelle des graphiques de l'étude 1994-2003 seulement lorsqu'ils présentaient des valeurs inférieures à celles de l'étude 1994-2003.

Tableau 15. Tableau de comparaison des principaux résultats de captures des périodes 1994-2003 et 2007-2019. Un symbole + ou - est indiqué par comparaison du % des captures totales et du nombre total de captures avec la période 1994-2003.

ESPÈCES	1994-2003					2007-2019				
	% CAPTURES TOTALES	NB TOTAL CAPTURES	BAGUES POSÉES (%)	INTRA-ANNUUEL (%)	AUTRES (%)	% CAPTURES TOTALES	NB TOTAL CAPTURES	BAGUES POSÉES (%)	INTRA-ANNUUEL (%)	AUTRES (%)
Phragmite des joncs										
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	<b>49,5</b>	22 642	94	4	2	<b>61,1 (+)</b>	20 804 (-)	87	11	2
Rousserolle effarvatte										
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	<b>36,2</b>	16 589	83	13	4	<b>22,8 (-)</b>	7 748 (-)	75	21	5
Bruant des roseaux										
<i>Emberiza schoeniclus</i>	<b>4,3</b>	1 952	80	15	4	<b>2,2 (-)</b>	743 (-)	79	13	8
Gorgebleue à miroir										
<i>Luscinia svecica</i>	<b>3,3</b>	1 509	71	22	7	<b>5,2 (+)</b>	1 781 (+)	63	27	10
Bouscarle de Cetti										
<i>Cettia cetti</i>	<b>2,9</b>	1 326	70	27	3	<b>3,2 (+)</b>	1 082 (-)	55	39	6
Locustelle lusciniôide										
<i>Locustella luscinioides</i>	<b>1,9</b>	855	81	13	1	<b>2,5 (+)</b>	856	72	23	5
Phragmite aquatique										
<i>Acrocephalus paludicola</i>	<b>0,7</b>	339	99	1	0	<b>1,5 (+)</b>	498 (+)	87	9	4
Locustelle tachetée										
<i>Locustella naevia</i>	<b>0,7</b>	307	94	6	0	<b>1,2 (+)</b>	411 (+)	92	8	0
Rousserolle turdoïde										
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	<b>0,6</b>	256	64	34	2	<b>0,4 (-)</b>	132 (-)	47	44	9

Le tableau ci-dessus correspond aux résultats généraux de l'étude 1994-2003 et a été complété avec les données 2007-2019. Les effectifs sont difficilement comparables car la première période s'étend sur 9 années contre 13 pour la seconde. L'augmentation des effectifs ne peut donc pas être retenue comme une tendance. A l'inverse, on peut tout de même noter **la baisse très nette de captures du Bruant des roseaux avec 1 952 captures en 1994-2003 et 743 en 2007-2019 et de la Rousserolle effarvatte, avec 16 589 captures en 1994-2003 et 7 748 en 2007-2019.**



Figure 20. Bruant des roseaux © D. et M. Ruppé-Rolland, 2020

Les pourcentages de captures sont quant à eux comparables. De façon générale, l'ordre des espèces en fonction du nombre de captures est similaire entre les deux périodes, excepté pour le Bruant des roseaux qui occupait la 3<sup>ème</sup> place avec 4,3% des captures en 1994-2003 et la 6<sup>ème</sup> place avec 2,2% en 2007-2019. Sur la période 2007-2019, le pourcentage de capture est plus faible pour la Rousserolle effarvatte, le Bruant des roseaux et la Rousserolle turdoïde. Les autres espèces représentent une part plus importante des captures, témoignant d'un changement des proportions des principales espèces entre les deux périodes. L'augmentation du pourcentage de Phragmites aquatiques peut très certainement s'expliquer par la mise en place systématique de la repasse dans le cadre du protocole ACROLA à partir de 2002.

On peut également noter l'augmentation du pourcentage de contrôles pour l'ensemble des espèces présentées ici sur la période 2007-2019. Cela peut s'expliquer par une disposition différente des filets entre les deux périodes ou un site de baguage légèrement différent. La disposition des filets joue un rôle très important dans le taux de recapture des oiseaux. De plus l'hypothèse la plus vraisemblable est la mise en place en 2002 de la station de baguage de Donges-Est à 11km de la station du Massereau. En effet, un rapport réalisé en 2019 sur la comparaison de ces deux stations indique que les oiseaux bagués à Donges ont 0,21% de chance de se faire contrôler au Massereau (GAUTIER ET AL., 2019).

Les indices de capture des deux études sont quant à eux comparables. Concernant la Rousserolle turdoïde (Figure 21), ils sont nettement supérieurs sur la seconde période étudiée (échelle différente), avec un effectif moyen journalier de 0,6 pour les jeunes et 0,2 pour les adultes en 2007-2019 contre une estimation de 0,02 pour les jeunes et 0,03 pour les adultes en 1994-2003. **Le nombre de captures serait donc environ 3 fois plus élevé chez les jeunes et 6 fois chez les adultes sur la période récente.**

Sur la période 1994-2003, les dates médianes de passage sont le 8 août pour les jeunes et 28 juillet pour les adultes contre le 13 août pour les jeunes et 4 août pour les adultes sur la période 2007-2019.

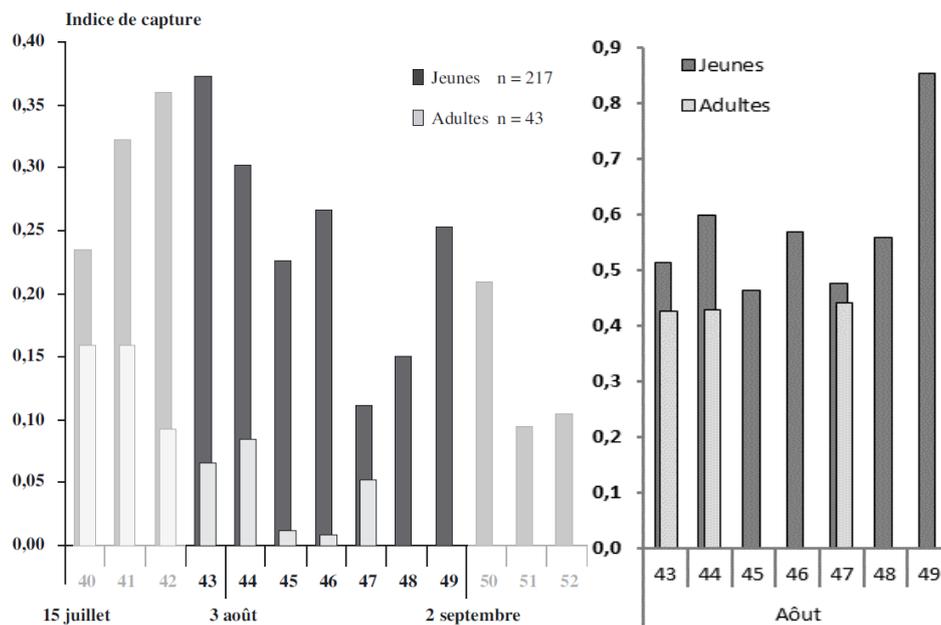


Figure 21. Indice de capture de la Rousserolle turdoïde exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite)

Concernant le Phragmite aquatique (Figure 22), les indices de captures sont nettement supérieurs sur la seconde période étudiée (échelle différente), avec un effectif moyen journalier de 0,8 pour les jeunes et 0,5 pour les adultes en 2007-2019 contre une estimation de 0,4 pour les jeunes et 0,1 pour les adultes en 1994-2003. Le nombre de captures serait environ 2 fois plus élevé chez les jeunes et 5 fois chez les adultes sur la période récente. L'utilisation du protocole ACROLA à partir de 2008 explique certainement cette différence.

Sur la période 1994-2003, les dates médianes de passage sont le 19 août pour les jeunes et 13 août pour les adultes contre le 17 août pour les jeunes et 12 août pour les adultes sur la période 2007-2019. Ces dates sont très proches et conforte dans l'idée que les dates actuelles de baguage sont bien ciblées sur le pic de passage du Phragmite aquatique.

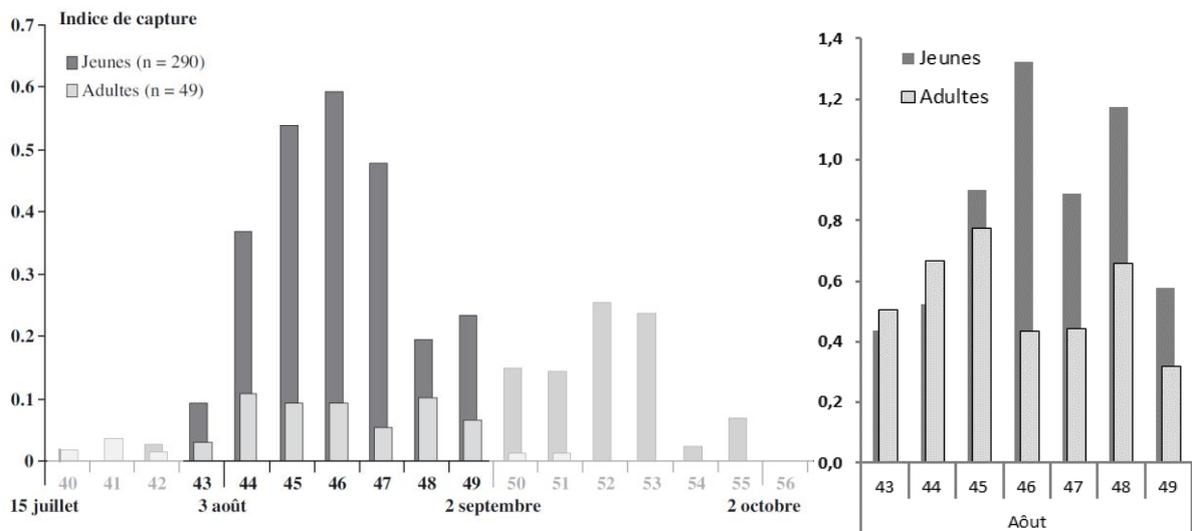


Figure 22. Indice de capture du *Phragmite aquatique* exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite)

Les indices de capture du *Phragmite des joncs* (Figure 23) sont similaires entre les deux périodes (même échelle), avec un effectif moyen journaliers de 21 pour les jeunes et 5 pour les adultes en 2007-2019 contre une estimation de 23 pour les jeunes et 6 pour les adultes en 1994-2003.

Sur la période 1994-2003, les dates médianes de passage sont le 15 août pour les jeunes et 12 août pour les adultes contre le 14 août pour les jeunes et 12 août pour les adultes sur la période 2007-2019. Ces dates sont similaires et confortent dans l'idée que les dates actuelles de baguage sont bien ciblées sur le pic de passage du *Phragmite des joncs*.

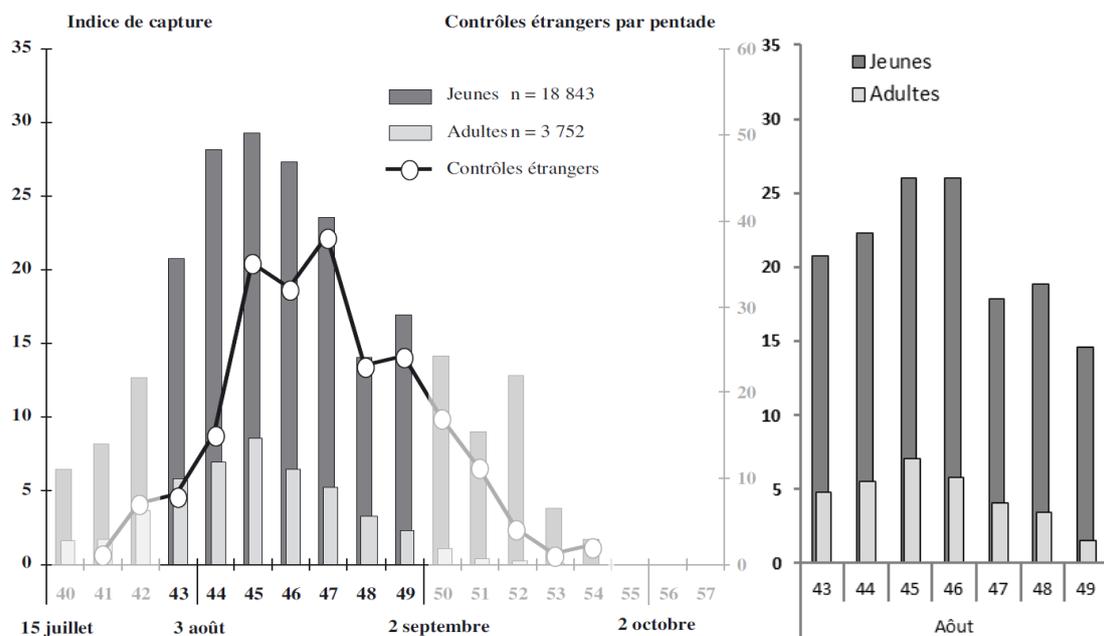


Figure 23. Indice de capture *Phragmite des joncs* exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite)

Les indices de capture de la Rousserolle effarvate (Figure 24) sont nettement plus faibles sur la seconde période (même échelle), avec un effectif moyen journalier de 8 pour les jeunes et 2 pour les adultes en 2007-2019 contre une estimation de 16 pour les jeunes et 2 pour les adultes en 1994-2003. **Le nombre de captures serait environ 2 fois moins élevé chez les jeunes et similaire chez les adultes sur la période récente.**

Sur la période 1994-2003, les dates médianes de passage sont le 14 août pour les jeunes et 31 juillet pour les adultes contre le 15 août pour les jeunes et 9 août pour les adultes sur la période 2007-2019. On observe ici une phénologie nettement plus étalée dans le temps que pour les autres espèces présentées. Le pic de passage autour du 15 août pour les jeunes est bien pris en compte dans les dates de baguage actuelles. Celui des adultes dont le passage est clairement plus tôt en saison, n'est cependant pas pris en compte. La fin du pic de passage peut entraîner des fluctuations d'effectifs interannuels plus importantes d'effectifs et influencer les tendances basées sur la fin du passage des individus.

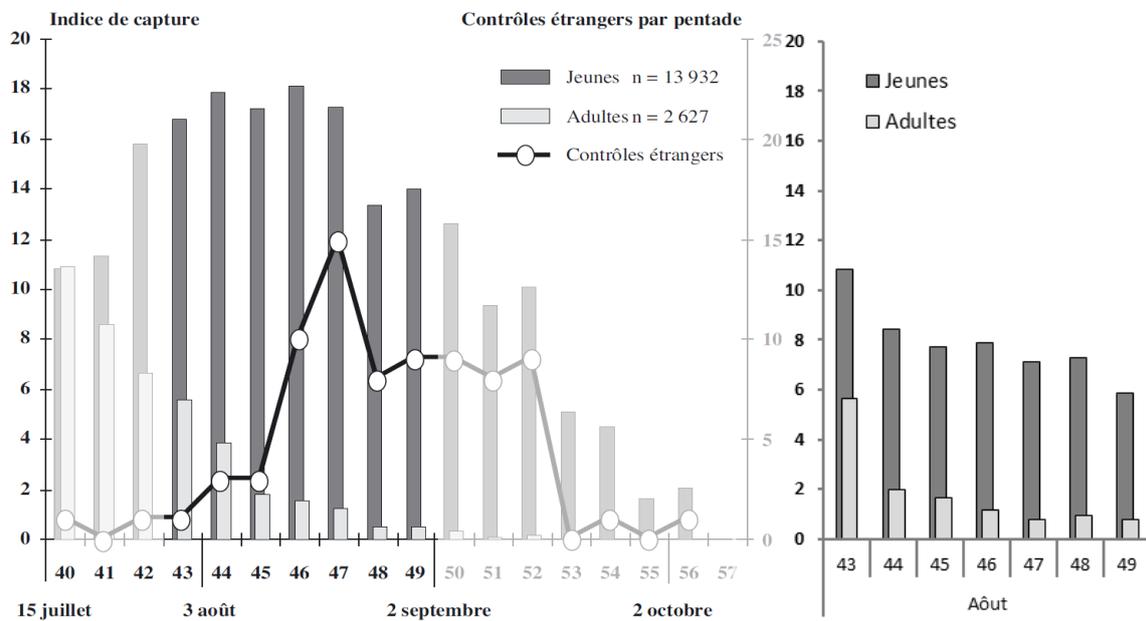


Figure 24. Indice de capture de la Rousserolle effarvate exprimé en nombre moyen de captures journalières pour 100m de filet (1994-2003 à gauche et 2007-2019 à droite)

## COMPARAISON MASSEREAU-MIGRON

La capacité d'accueil d'un site de halte migratoire peut s'évaluer de plusieurs façons. Compte tenu des données disponibles pour la station du Migron (peu de jours de baguage sur 3 années) il est difficile de comparer les sites en termes d'effectif. Cependant, un minimum d'oiseaux a pu être bagué puis recapturé sur ce site, permettant de calculer le gain de réserve énergétique. Le faible nombre de données n'a pas permis de tester l'effet de l'année, qui peut être fort pour le paramètre étudié. Le taux d'engraissement (FDR) est un bon moyen de comparer les sites en termes de capacité d'accueil vis-à-vis de la nourriture disponible. Afin d'appuyer cette comparaison, les masses moyennes des individus capturés sur chaque site ont également été comparées. Le facteur « âge » n'a pas été testé pour les masses moyennes afin de ne pas créer trop d'interactions difficilement interprétables car les résultats prennent en compte l'effet de l'année.

Le taux d'engraissement est quasi nul pour la Rousserolle effarvate en Loire-Atlantique de par sa stratégie de migration. Des différences légères peuvent être trouvées entre les deux sites sans qu'elles aient une quelconque signification biologique. Le Phragmite des joncs, quant à lui, utilise l'estuaire de la Loire comme l'une des dernières haltes avant le Sud de l'Europe. Le taux d'engraissement est donc un bon indicateur du milieu pour cette espèce, dont les résultats sont présentés ci-dessous (Tableau 16).

Le facteur « âge » montre une différence marginalement significative ( $p$ -value=0,0685), indiquant que les adultes auraient un taux d'engraissement presque significativement différent des jeunes ( $0,06 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,08$  contre  $-0,04 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,07$ ). Le facteur « site » présente une différence significative du taux d'engraissement entre les oiseaux capturés sur la station du Massereau ( $-0,03 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,06$ ) et du Migron ( $0,10 \text{ g.jour}^{-1} \pm 0,09$ ). L'interaction des deux facteurs n'étant pas significative, il n'est pas donc possible de savoir si l'effet de l'âge sur le taux d'engraissement dépend du site ou non.

Tableau 16. Résultats de l'ANOVA sur le FDR en fonction de l'âge et du site pour le Phragmite des joncs

	DF	P-VALUE	
Age	1	0,0685	n.s.
<b>Site</b>	<b>1</b>	<b>0,0489</b>	<b>*</b>
Age*Site	1	0,4125	n.s.

	N	FDR MOYEN (G.JOUR <sup>-1</sup> ) ± SE	
Jeune	50	-0,04	±0,04
Adulte	31	0,06	±0,04
<b>Massereau</b>	<b>65</b>	<b>-0,03</b>	<b>±0,03</b>
<b>Migron</b>	<b>16</b>	<b>0,10</b>	<b>±0,04</b>
Jeune*Massereau	40	-0,08	±0,04
Jeune*Migron	10	0,10	±0,06
Adulte*Massereau	25	0,05	±0,05
Adulte*Migron	6	0,11	±0,07

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

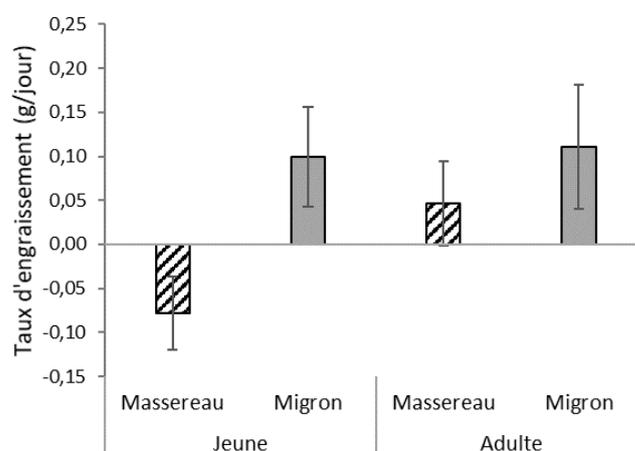


Figure 25. Taux d'engraissement en fonction de l'âge et du site pour le Phragmite des joncs ( $\pm$  erreur standard)

L'évolution de la masse moyenne des individus en fonction de l'année et du site, pour les jeunes et les adultes séparément, montre des différences significatives avec les variables « année », « site » et leur interaction (Tableau 17 et Figure 26). Pour les jeunes, les masses moyennes des 3 années sont systématiquement plus élevées au Migron qu'au Massereau, avec respectivement 11,03 g  $\pm$  0,04 contre 10,64 g  $\pm$  0,02. Même résultats pour les adultes, avec 12,31 g  $\pm$  0,11 au Migron et 11,25 g  $\pm$  0,05 au Massereau (Tableau 18).

Tableau 17. Résultats des ANOVA sur la masse moyenne en fonction de l'année et du site pour les jeunes et les adultes chez le Phragmite des joncs

AGE	VARIABLES	DF	P-VALUE	
Jeune	Année	1	< 0,0001	***
	Site	1	< 0,0001	***
	Année*Site	1	< 0,0001	***
Adulte	Année	1	< 0,0001	***
	Site	1	< 0,0001	***
	Année*Site	1	< 0,0001	***

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif, p > 0.05 ; \* : p < 0.05 ; \*\* : p < 0.01 ; \*\*\* : p < 0.001)

Tableau 18. Masse moyenne du Phragmite des joncs (jeunes et adultes) au Massereau et au Migron (2011, 2012 et 2019)

AGE	SITE	N	MASSE MOYENNE (G) $\pm$ SE
Jeune	Massereau	3288	10,64 $\pm$ 0,02
	Migron	1321	11,03 $\pm$ 0,04
Adulte	Massereau	783	11,25 $\pm$ 0,05
	Migron	318	12,31 $\pm$ 0,11

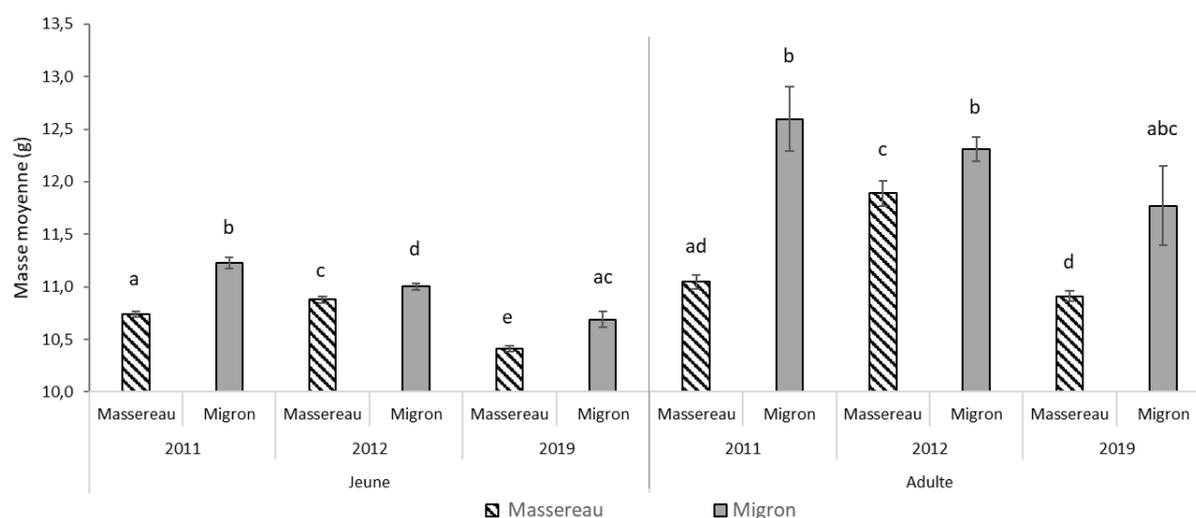


Figure 26. Masse moyenne en fonction de l'année et du site pour les jeunes et les adultes chez le Phragmite des joncs ( $\pm$  erreur standard)

Les résultats de la comparaison du taux d'engraissement et de la masse moyenne des individus entre les deux stations, suggèrent **une plus grande disponibilité en nourriture sur la station du Migron**. En effet, le gain de réserve énergétique est significativement plus élevé chez les individus ayant séjourné sur le site du Migron. La masse moyenne, contrairement au taux d'engraissement, n'est pas directement liée au site sur lequel s'arrêtent les oiseaux en migration. En effet, une masse moyenne plus élevée indique que le site accueille des individus plus lourds, donc peut être en meilleures conditions. Pour les adultes, il peut s'agir du reflet de la sélection du site par les individus plus compétiteurs, ayant l'expérience de la région et du site. Concernant les jeunes, qui réalisent leur migration pour la première fois et dont le choix du site de halte est plus hasardeux, l'interprétation est plus délicate : les individus peuvent se trouver sur un site parce qu'ils sont en meilleures conditions ou bien se trouver en meilleurs conditions parce qu'ils sont sur ce site de meilleur qualité... ou les deux.

## PHRAGMITE AQUATIQUE

Les résultats présentés dans cette partie concernent uniquement le protocole ACROLA, spécifique au Phragmite aquatique. Seuls les effectifs annuels ont été recalculés en utilisant uniquement les données du protocole ACROLA. L'âge-ratio, la phénologie et le taux d'engraissement n'ont pas été recalculés pour les individus capturés uniquement dans les filets ACROLA. Cela permet de garder un plus grand échantillon et d'obtenir des résultats plus robustes et plus représentatifs de l'ensemble de la station du Massereau. Ces indices ont également été calculés pour les Phragmites aquatiques capturés au Migron, dans le but de comparer les deux stations en termes d'accueil de l'espèce.

Le protocole ACROLA a été mis en place par le CRBPO en 2008. Afin de mesurer uniquement des tendances d'évolution sur les données du protocole ACROLA, l'année 2007 n'a pas été prise en compte pour les analyses suivantes.

### EFFECTIFS

Le tableau ci-dessous illustre la proportion et les effectifs de Phragmites aquatiques capturés dans les protocoles SEJOUR et ACROLA sur la station du Massereau. Le protocole ACROLA représente 68% des captures avec 317 individus et le protocole SEJOUR représente 32% des captures avec 148 individus. Selon les années, le protocole ACROLA représente entre 45% et 82 % des captures contre 18% à 55% pour le protocole SEJOUR.

Tableau 19. Nombre de Phragmites aquatiques capturés en protocole ACROLA et SEJOUR de la station du Massereau

PROTOCOLE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
ACROLA	30	31	42	35	28	29	18	25	16	24	25	14	<b>317</b>
SEJOUR	7	11	14	28	6	14	12	30	7	10	5	4	<b>148</b>
Total	37	42	56	63	34	43	30	55	23	34	31	19	<b>467</b>
ACROLA	81%	74%	75%	56%	82%	67%	60%	45%	70%	71%	81%	74%	<b>68%</b>
SEJOUR	19%	26%	25%	44%	18%	33%	40%	55%	30%	29%	19%	26%	<b>32%</b>
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	<b>100%</b>

Tableau 20. Nombre de stations ACROLA ouvertes et nombre total de Phragmites aquatiques capturés par site

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RÉSERVE DU MASSEREAU												
Nombre de stations	3	3	4	4	5	5	3	5	5	4	5	4
Phragmite aquatique	30	31	42	35	28	29	18	25	16	24	25	14
RÉSERVE DU MIGRON												
Nombre de stations				2	4							3
Phragmite aquatique				7	59							6

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du nombre moyen de Phragmites aquatiques capturés par jour sur la station du Massereau et du Migron. Les effectifs de l'année 2011 et 2019 sont relativement semblables entre les deux stations. En 2012, les effectifs sont plus de 2 fois plus élevés au Migron qu'au Massereau. **Les effectifs moyens journaliers du Phragmite aquatique au Massereau montrent une baisse significative de 75 % entre 2008 et 2019, soit une baisse annuelle de 6,8%.** À noter que cette tendance est stable mais proche de la significativité en prenant en compte l'ensemble des protocoles de la station (ACROLA et SEJOUR).

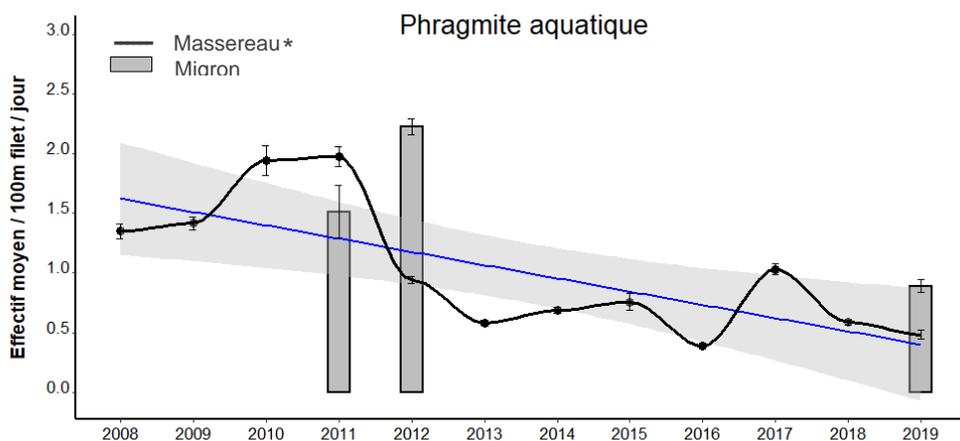


Figure 27. Effectifs moyens du Phragmite aquatique pour la réserve du Massereau et du Migron ( $\pm$ IC 95% écart-type)

Tableau 21. Résultats de la régression linéaire des effectifs du Phragmite aquatique du protocole ACROLA au Massereau en fonction des années

ESPÈCE	RÉGRESSION LINÉAIRE			
	R	ADJ. R <sup>2</sup>	P-VALUE	TAUX D'ÉVOLUTION ANNUELLE (%)
Phragmite aquatique	-0,73	0,49	0,00669 ***	<b>-6,8%</b>

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )



Figure 28. Phragmite aquatique © D. et M. Ruppé-Rolland, 2017

## INDICE ACROLA ET INDICE 93

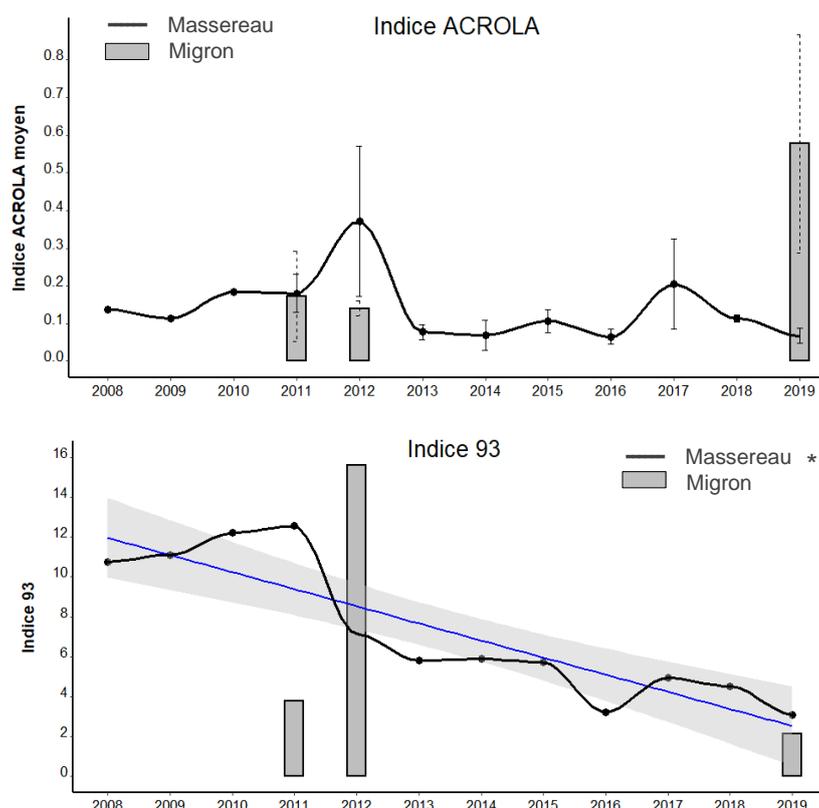


Figure 29. Indice ACROLA moyen ( $\pm$ erreur standard ; haut) et indice 93 (bas) de la station du Massereau et du Migron

Tableau 21. Résultats de la régression linéaire sur l'indice ACROLA et l'indice 93 au Massereau en fonction des années

ESPÈCE	RÉGRESSION LINÉAIRE			TAUX D'ÉVOLUTION ANNUELLE (%)
	R	ADJ. R <sup>2</sup>	P-VALUE	
Indice 93	-0,89	0,77	0,0001 ***	-7,2%
Indice ACROLA	-0,29	-0,01	0,3573 n.s.	-

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

$\pm 0,29$ ). De plus, sur les 3 unités ACROLA, l'une a un score de 0 (aucun *Phragmite aquatique* capturé) et les deux autres ont un score de 0,87.

L'indice 93 contraste fortement avec l'indice ACROLA, montrant une toute autre tendance d'évolution. En moyenne l'indice est de 7,25 (erreur standard  $\pm 1,00$ ) au Massereau et de 7,17 (erreur standard  $\pm 4,24$ ) au Migron. Sur la station du Massereau, l'indice 93 se situe entre 10 et 13 de 2008 à 2011 puis baisse rapidement à 7,13 en 2012 jusqu'à 3,11 en 2019. La diminution de l'indice 93 est significative avec un taux d'évolution annuelle de 7,2%, soit 78,8% entre 2008 et 2019 (Tableau 18). Au Migron, les 3 années montrent des indices très variables, comme en témoigne l'erreur standard, avec un indice de 15,59 en 2012 et de 2,15 en 2019.

L'indice ACROLA au Massereau est en moyenne de 0,14 (erreur standard  $\pm 0,03$ ) et de 0,30 (erreur standard  $\pm 0,14$ ) au Migron. La tendance de l'indice ACROLA au Massereau est stable sur la période 2008-2019 (Tableau 18). Les indices des années 2011 sont similaires entre les deux stations. En 2012 par contre, l'indice est nettement plus élevé au Massereau (0,37) qu'au Migron (0,14), bien que l'erreur standard de 0,20 explique une grande variabilité de l'indice entre les 5 unités ACROLA. La différence de moyenne globale s'explique par l'indice 2019 au Migron de 0,58, soit 4 fois plus élevé que les années 2011 et 2012 au Migron et que la moyenne du Massereau.

Au Migron, le nombre moyen de captures par unité ACROLA est très variable entre 2011, 2012 et 2019 avec respectivement 260, 415 et 30 passereaux capturés. L'indice étant fortement lié au nombre de captures d'*Acrocephalus*, que celui-ci divise le nombre de captures de *Phragmites aquatiques*, le ratio est très élevé pour l'année 2019 et entraîne un indice nettement supérieur (erreur standard

## STRUCTURE D'ÂGE

L'âge-ratio du *Phragmite aquatique* semble relativement élevé par rapport aux données du Plan National d'Action 2007-2014 en faveur du *Phragmite aquatique*. En effet, dans l'estuaire de la Loire sur la période 1994-2008, le pourcentage était de 86% de jeunes et 14% d'adultes (LE NEVÉ *ET AL.*, 2009). Sur la période 2007-2019, le Massereau accueille 82% de jeunes et 18% d'adultes et le Migron 83% de jeunes et 17% d'adultes.

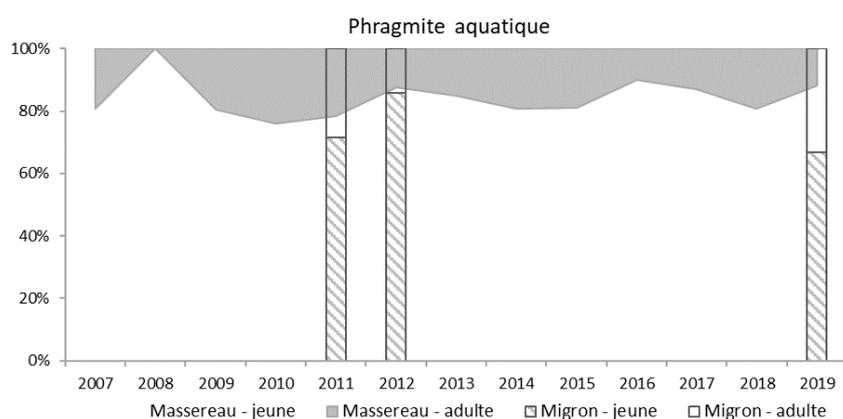


Figure 30. Pourcentage de jeunes et d'adultes du *Phragmite aquatique* sur la station du Massereau (aires empilées : jeunes blanc et adultes gris) et du Migron (histogramme : jeunes hachuré et adultes blanc)

## PHÉNOLOGIE

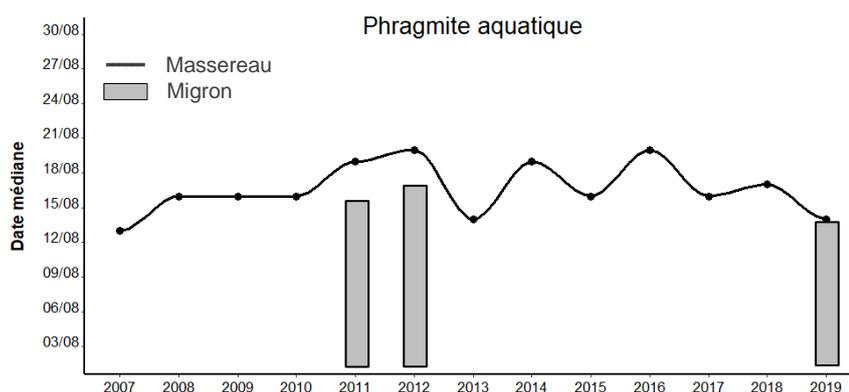


Figure 31. Date médiane de passage du *Phragmite aquatique* sur la station du Massereau et du Migron

La date médiane moyenne du *Phragmite aquatique* au Massereau est le 17 août pour les jeunes (écart-type  $\pm 2,2$  jours) et le 12 août pour les adultes (écart-type  $\pm 4,7$  jours). Au Migron la date médiane moyenne est le 15 août pour les jeunes (écart-type  $\pm 0,5$  jour) et le 11 août pour les adultes (écart-type  $\pm 2$  jours). Bien que les données du Migron ne proviennent que de 3 années, ces

résultats sont similaires à ceux du Massereau. Aucune différence n'était attendue en termes de phénologie, ces dates sont représentatives du pic de passage de l'espèce dans l'estuaire de la Loire.

## DURÉE DE HALTE ET TAUX D'ENGRASSEMENT

La durée de halte du *Phragmite aquatique* sur la station du Massereau n'a pu être estimée qu'avec la durée de halte minimale observée, soit 4 jours. Seulement 11 individus ont été recapturés à plus d'un jour d'intervalle sur les 13 années d'étude. Sur ces individus, 10 jeunes ont montré un taux d'engraissement moyen de  $0,13 \text{ g.jour}^{-1}$  (erreur standard  $\pm 0,07$ ) et 1 adulte de  $0,39 \text{ g.jour}^{-1}$ .

## TENDANCES D'ÉVOLUTION

## TENDANCE DE LA PÉRIODE 2007-2019

À l'échelle de la station, tous protocoles et classes d'âge confondus, **il n'y a pas de tendance d'évolution pour les espèces majoritairement capturées. Seule, la Fauvette des jardins montre une augmentation significative annuelle de 13%** sur la période étudiée, principalement due à une augmentation du nombre d'individus de première année dont la tendance d'évolution est quasi significative. Les effectifs standardisés ont permis de mettre en évidence deux périodes de baisse des effectifs des espèces paludicoles, à savoir 2012-2013 et 2015-2016 et une période de baisse des effectifs des espèces de milieux buissonnant, à savoir 2013-2016. La baisse globale des effectifs notée en 2013 a été signalée sur la majorité des stations du couloir de migration Manche-Atlantique. En effet, cette année-là a été marquée par une météorologie défavorable (hivers tardif et printemps pluvieux), probablement à l'origine d'une faible reproduction et donc d'une faible migration (DUBESSY & GUYOT, 2013).

Ces baisses d'effectifs se retrouvent également sur la station de Donges, avec parfois une moindre amplitude. Cette station est une référence en termes de comparaison des effectifs et tendances d'évolution des passereaux paludicoles au niveau de l'estuaire de la Loire. La grande variabilité interannuelle des effectifs montre bien la difficulté d'expliquer une baisse observée à un moment précis de la période d'étude. Cependant, la stabilité apparente des tendances d'évolution est encourageante et peut conforter l'idée d'une gestion du site adaptée à ces espèces en halte migratoire. Il faut garder à l'esprit que les tendances à l'échelle locale ne sont pas toujours représentatives des tendances nationales et peuvent être influencées par des facteurs locaux.

L'évolution des âge-ratio ne montre également pas de tendance alarmante. Une diminution du ratio d'adulte aurait pu indiquer une perte de qualité d'habitat à laquelle les adultes, plus expérimentés, sont plus sensibles. De par leur expérience, que n'ont pas les individus de première année, les adultes privilégieraient les habitats les plus attractifs pour une halte. Chez la Locustelle luscinioïde et la Gorgebleue à miroir, le pourcentage et les effectifs moyens d'adultes augmentent de façon significative avec un taux d'évolution annuel respectivement de 59% et de 13%.

Tableau 22. Dates médianes de passage à Donges et au Massereau

ESPÈCE	DONGES	MASSEREAU
Phragmite aquatique	13/08	16/08
Phragmite des joncs	12/08	14/08
Rousserolle effarvatte	16/08	14/08
Gorgebleue à miroir	19/08	16/08

La station de Donges est ouverte sur une plus longue période que celle du Massereau. Les dates médianes de passage sont donc plus fiables car elle couvre une plus grande période de migration des passereaux paludicoles. Le tableau ci-contre compare les dates médianes des principales espèces (toutes classes d'âge confondues). Les résultats obtenus sur la station du Massereau sont relativement similaires à ceux de Donges et conforte le choix de la période de baguage.

Les dates médianes de passages des principales espèces baguées sur la station du Massereau ne montrent pas d'évolution sur la période 2007-2019. Néanmoins, elles montrent une variabilité interannuelle importante. Ceci suggère que la période de baguage devrait inclure au minimum cette variabilité pour chacune des principales espèces. Les dates auxquelles 25% et 75% des individus sont capturés prennent en compte la période pendant laquelle 25% des individus transitent par le Massereau autour de leur date médiane de passage, soit 50% des individus. D'après le Tableau 9 présenté en résultats, cette période minimum s'étend du **4 août au 25 août, soit 22 jours**.

En 2017, la date d'ouverture de la station était le 11 août et en 2018 et 2019 les dates de fermeture de la station étaient respectivement le 24 et 23 août. Ces périodes de baguage plus courtes ont probablement mené à des résultats d'effectifs et de phénologie différents des autres années, en partie biaisés par le fait d'avoir pu manquer une part importante du passage des oiseaux sur site. L'année 2017 a en effet débuté tout juste avant le pic de passage des principales espèces. Une période de baguage réduite, environ 15 jours, permettra difficilement sur le long terme de détecter des changements de date de passage des passereaux. Les principales espèces paludicoles ont une date de passage proche du 15 août. **Une période de baguage d'un mois, soit la totalité du mois d'août, semble idéale pour permettre un suivi à long terme et fiable des tendances d'effectifs et de phénologie des espèces**. Cette idée est confortée par les résultats de corrélation des dates de passages et d'effectifs avec l'indice NAO (*North Atlantic Oscillation*). En effet, l'absence de corrélation avec l'indice est peut-être due à une période de baguage trop courte pour expliquer les tendances d'évolution par les conditions météorologiques à l'échelle Européenne.

#### COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE 1994-2003

Bien que les résultats de la présente étude soient difficilement comparables avec ceux de CAILLAT *ET AL* (2005) sur la période 1994-2005, ils nous permettent de mettre en évidence quelques tendances de 1994 à 2019. Ainsi, une diminution des effectifs du Bruant des roseaux est observée avec 1 952 captures en 1994-2003 et 743 en 2007-2019. Les méthodes de suivi peuvent quant à elles expliquer une différence entre les deux périodes, il est probable qu'un contraste aussi important témoigne **d'une baisse des effectifs de Bruant des Roseaux en migration postnuptiale au Massereau**. Cette tendance est confirmée à l'échelle nationale (-39% entre 1989 et 2012) et européenne (-35% entre 1980 et 2012) où l'espèce subit un fort déclin (MNHN, 2014 ; EBCC, 2014). Par ailleurs, une chute de 85% des effectifs nicheurs en Pays de Loire est observée entre 2001 et 2012 (DULAC, 2014). La diminution des ressources alimentaires hivernales et la perte d'habitat de reproduction en sont les principales raisons.

**Les effectifs de Rousserolle effarvate sont aussi en diminution, surtout chez les jeunes pour lesquelles le nombre de capture aurait été divisé par deux entre 1994-2003 et 2007-2019**. Aucune tendance n'a cependant été observée sur les effectifs au sein de la période récente. Au niveau national et européen, l'espèce montre une tendance d'évolution stable voire même en augmentation dans certains pays de l'Europe de l'Ouest (Grande-Bretagne, Pays-Bas, Espagne) (EBCC, 2014). Cependant, de forts déclin des nicheurs sont tout de même observés localement dans les grandes zones humides comme en Brière (MARCHADOUR COORD., 2014).

**La Rousserole turdoïde apparaît en nette augmentation au Massereau.** En effet, le nombre de captures est 3 fois plus élevé chez les jeunes et 6 fois plus chez les adultes sur 2007-2019 que sur 1994-2003. Ce résultat est surprenant compte-tenu des tendances européennes où les populations d'Europe de l'Ouest subissent un fort déclin depuis 1970 (EBCC, 2014). La population nicheuse serait également en diminution dans toute la France (déclin de 20 à 50% des effectifs depuis 1970) et en Pays de la Loire où il n'y aurait plus que 80 à 120 couples (MARCHADOUR COORD., 2014).

**Les effectifs de Phragmite des joncs sont, quant à eux, stables tout comme les dates médianes des espèces étudiées** ce qui appuie les résultats des analyses sur la période 2007-2019. Cependant, il faut tout de même noter que deux études sur des courtes périodes ont été comparées et qu'une étude rassemblant les 25 ans de données pourrait mettre en avant des tendances plus discrètes.

## CAPACITÉ D'ACCUEIL DU MASSEREAU ET DU MIGRON

### PHRAGMITE DES JONCS

Plusieurs études ont montré que le sud de l'Angleterre et le nord de la France représentent des zones importantes de halte migratoire pour le *refueling* (recharge de réserve énergétique) du Phragmite des joncs. En migration, l'espèce a un régime alimentaire plus restreint (principalement pucerons, notamment *Hyalopterus pruni*) et dont les disponibilités peuvent varier très fortement dans l'espace et dans le temps mais se rencontrent souvent en forte concentration. Le pic d'émergence des pucerons, début août, est bref et décline rapidement en Europe dès la fin du mois. La stratégie de migration du Phragmite des joncs est directement liée à cette ressource alimentaire dont l'émergence est plus précoce dans le sud de l'Europe. L'espèce exploite donc cette ressource alimentaire en accumulant des réserves un maximum là où elle est présente. Les individus des populations d'Europe de l'ouest optent pour une stratégie de *refueling* intense entre le sud Angleterre et nord de la France, leur procurant des réserves énergétiques suffisantes pour atteindre le sud de l'Europe, comme dernière halte avant la traversée du Sahara et atteindre leur quartier d'hiver plus au sud. Les individus ayant terminé leur mue postnuptiale (ou post-juvénile) avant leur départ en migration, peuvent allouer la totalité de leurs réserves au voyage. Un vol direct depuis l'Angleterre jusqu'au sud du Sahara serait théoriquement possible pour les individus ayant accumulé le plus de réserve. Ces individus atteignent un poids en début de migration pouvant dépasser 20 g, soit un gain de plus de 100% de leur masse nette (BIBBY & GREEN, 1981 ; SCHAUB & JENNI, 2001). Ces études ont permis de mettre en évidence l'estuaire de la Loire comme une étape primordiale d'accumulation des réserves énergétiques du Phragmite des joncs lors de sa migration postnuptiale.



Figure 32. Phragmite des joncs © D. et M. Ruppé-Rolland, 2017

Les résultats de durée de halte obtenus par CMR montrent une durée relativement courte chez les jeunes Phragmites des joncs au Massereau (**4,2 jours** IC 95% SE [3,7 – 4,8]). En effet, une étude menée par SCHAUB & JENNI (2001) indique une durée moyenne de 9,1 jours ( $\pm 5,2$ ). Cependant cette valeur correspond à l'estimation de la durée de halte avant et après capture. L'hypothèse d'une probabilité de capture plus élevée à l'arrivée des individus (plus mobiles les 2 ou 3 premiers jours ; CHERNESTOV,

2012) suggèrerait une durée de halte totale d'environ **7 jours**. Cette estimation serait cohérente avec la littérature, mais ne pourra pas être vérifiée dans cette étude. À noter qu'il n'existe que peu d'études de durée de halte sur la façade Atlantique pour comparer ces résultats. Les données de l'étude de SCHAUB & JENNI (2001) sont issues de populations d'Europe de l'Est, obtenues sur des sites de migration situés de la Finlande à la Suisse.

Le taux d'engraissement moyen au Massereau pour le Phragmite des joncs est de  $0,12 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,01$ ) pour les jeunes et de  $0,18 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,02$ ) pour les adultes. Ces valeurs montrent une prise de masse non négligeable sur le site. Cependant, plusieurs études ont montré des résultats supérieurs, parfois nettement, en Europe du Nord pour les individus de première année dont les valeurs varient entre  $0,23$  et  $0,55 \text{ g.jour}^{-1}$  (GLADWIN, 1963 ; BIBBY *ET AL.*, 1976 ; BIBBY & GREEN, 1981 ; HALL, 1996 ; SCHAUB & JENNI, 2001), soit entre 2 et 4,6 fois plus élevés qu'au Massereau. Une étude réalisée à la station de Donges en 2013 (JAGUENET) corrobore également ces résultats indiquant un gain moyen de masse de  $0,22 \text{ g.jour}^{-1}$  pour les jeunes et de  $0,26$  pour les adultes  $\text{g.jour}^{-1}$ .

**La durée de halte migratoire et le taux d'engraissement du Phragmite des joncs au Massereau sont plus faibles que ceux indiqués dans la littérature scientifique. Bien que l'estimation de la durée de halte ne soit que partielle, sa faible valeur pourrait s'expliquer par une moindre quantité de ressource alimentaire disponible comme en témoigne le taux d'engraissement.** En effet, comme le suggère BIBBY *ET AL.* (1976), les individus restent plus longtemps sur un site offrant une ressource alimentaire abondante.

Les articles utilisés pour comparer les résultats de la présente étude, datent de plusieurs décennies. L'une d'entre elle a notamment été réalisée au Migron en 1976 (BIBBY & GREEN, 1983), entre le 28 juillet et le 10 septembre. Le taux d'engraissement des jeunes Phragmite des joncs était de  $0,42 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,07$ ). Les valeurs moyennes de taux d'engraissement au Massereau de  $0,12 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,01$ ) entre 2007 et 2019 et au Migron de  $0,10 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,06$ ) en 2011, 2012 et 2019 sont 3,8 fois plus faibles qu'en 1976. **Ceci suggère l'hypothèse d'une qualité inférieure du site aujourd'hui.** Cette étude n'est basée que sur une seule année et ne donne donc pas une image représentative du site à cette époque. Cependant, une forte diminution globale des insectes, quels que soient les milieux, est notée depuis plusieurs décennies en Europe, appuyant cette hypothèse (SANCHEZ-BAYO & WYCKHUYS, 2019 ; HALLMANN *ET AL.*, 2017).

## ROUSSEROLLE EFFARVATTE

Par opposition au Phragmite des joncs, la Rousserolle effarvatte possède un régime alimentaire plus varié donc des possibilités d'alimentation plus prévisibles mais souvent en faible densité. Elle effectue une migration plus lente et par petites haltes rapprochées. La migration de l'espèce chevauche également la mue postnuptiale (ou post-juvénile) et elle doit donc allouer une part importante de ses réserves énergétiques à ce processus (SCHAUB & JENNI 2001). L'accumulation de graisse chez cette espèce est donc faible dans nos régions, jusqu'à atteindre le sud de l'Europe et l'Afrique du Nord où elle effectuera un engraissement plus net pour la traversée du Sahara (BIBBY & GREEN 1981).



Figure 33. Rousserolle effarvatte © D. et M. Ruppé-Rolland, 2019

La durée de halte moyenne de la Rousserolle effarvatte au Massereau est estimée à **8,6 jours** (IC 95% SE [6,8 - 10,5]). Cette valeur est similaire à celles trouvées dans les publications scientifiques. L'étude de SCHAUB & JENNI (2001) citée précédemment indique une durée de halte moyenne de 9,5 jours ( $\pm 2$ ) des populations d'Europe de l'Est, sans variations significatives avec la latitude. Une étude réalisée dans le sud de la France (BALANÇA & SCHAUB, 2005) indique une durée de halte moyenne similaire de 8,5 jours. À noter que SCHAUB & JENNI ont séparé les

individus en mue et non en mue et que BALANÇA & SCHAUB avaient un pourcentage d'individus en mue négligeable. Les individus en mue resteraient en moyenne 2 fois plus longtemps sur site d'après la première étude. Ce paramètre n'a pas pu être pris en compte dans les analyses et pourraient donc influencer les résultats. Les données du Massereau montrent en effet certaines années que près de la moitié des individus seraient en mue, sans toutefois pouvoir séparer les individus migrants en mue des individus locaux en mue.

Une durée de halte hypothétique de 2 ou 3 jours avant la première capture (CHERNESTOV, 2012) suggérerait cette fois une durée totale d'environ 12 jours. Une valeur toujours cohérente avec la littérature et qui serait intermédiaire entre celle des individus en mue et non en mue.

Le taux d'engraissement de la Rousserolle effarvatte est négligeable sur la première partie de son trajet migratoire avant d'atteindre le sud de l'Europe. Les résultats obtenus au Massereau montrent un taux d'engraissement de  $-0,03 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,005$ ) pour les jeunes et  $0,02 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,01$ ) pour les adultes. Ceux-ci sont tout à fait cohérents avec la littérature présentant des valeurs variant de  $-0,03$  à  $0,07 \text{ g.jour}^{-1}$  pour des stations de baguage aux mêmes latitudes que le Massereau. L'étude menée au Migron en 1976, indique un taux d'engraissement de  $-0,03 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,02$ ) pour les jeunes et  $-0,06 \text{ g.jour}^{-1}$  ( $\pm 0,07$ ) pour les adultes. Ces résultats sont similaires à ceux du Massereau sur la période 2007-2019. La Rousserolle effarvatte n'accumule pas de graisse pour les raisons exposées plus haut, mais ne semble pas non plus en déficit. Les valeurs négatives obtenues pour les jeunes individus peuvent s'expliquer par la présence importante d'individus locaux, nés sur site où à proximité et dont la phase d'émancipation prémigratoire comporte une légère perte de masse.

## COMPARAISON MASSEREAU-MIGRON

Aux vues de résultats présentés, le site du Migron peut être désigné comme **zone d'intérêt pour le stationnement du Phragmite aquatique en migration**. Les trois années de baguage sur ce site ont en effet montré l'utilisation de la scirpaie et de la roselière par cette espèce. A effort de baguage similaire, la station du Migron capture 1,5 individus par jour (100m de filet) contre 1,0 (2007-2019) et 1,1 (2011-2012-2019) au Massereau. L'indice ACROLA montre des résultats à première vue surprenants. Les indices relativement similaires entre les deux stations en 2012 et en moindre mesure en 2011, dénotent très nettement en 2019 au Migron avec une valeur de 0,58, soit 4 fois plus élevée que la moyenne du Massereau. Cette différence réside dans le fait qu'en 2019, les unités de captures étaient seulement en scirpaie et non pas en scirpaie et roselière comme les années précédentes. Le milieu de scirpaie, à végétation plus rase, abrite moins d'oiseaux, comme l'attestent les différences de nombre de captures entre 2011-2012 (n=260 ; 415) et 2019 (n=30). Cependant, le ratio du nombre de Phragmites aquatiques sur le nombre de capture total est très élevé, menant à un indice ACROLA également très élevé. Les données de baguage de 2019 du Migron confortent l'idée d'un site d'accueil du Phragmite aquatique à préserver.

L'indice 93 du Migron semble suivre la tendance observée au Massereau. Celui-ci ne fournit pas d'informations supplémentaires pour la comparaison des deux stations, contrairement à l'indice ACROLA ayant mis en évidence l'utilisation marquée de la scirpaie du Migron, proportionnellement aux autres espèces.

Bien qu'il n'y ait eu que peu de données sur la station du Migron, la capacité du site a été comparée à celle du Massereau en termes de taux d'engraissement et de masse des Phragmites des joncs. Comme nous l'avons vu précédemment, le gain de masse de cette espèce donne un indice sur la qualité du milieu qu'elle fréquente. Le taux d'engraissement est supérieur au Migron, ce qui est appuyé par les données de masses moyennes également plus importantes. **Le Migron semble disposer de ressources alimentaires plus adaptées que le Massereau pour le Phragmite des joncs**. Cependant, le calcul du taux d'engraissement n'a pas pu déterminer une différence de qualité d'habitat au Migron entre la roselière et la scirpaie. En effet, le peu de données disponibles a nécessité un regroupement des 3 années.



Figure 34. Phragmite aquatique dans la scirpaie du Migron © H. Borde, 2019

Les résultats de l'indice ACROLA de 2019 en scirpaie sont très encourageants quant à la capacité d'accueil du Phragmite aquatique sur ce site. De plus, la qualité d'habitat paraît supérieure au Migron qu'au Massereau, au vu des données du taux d'engraissement du Phragmite des joncs. **Ceci semble confirmer l'intérêt de ce site pour l'accueil des passereaux paludicoles en halte migratoire.** Le baguage doit cependant être poursuivi dans les années à venir, avec un effort de capture plus important et plus régulier, afin d'augmenter la fiabilité des analyses et de confirmer ces premiers résultats. La date médiane de passage du Phragmite aquatique est le 13 août à Donges. Compte tenu de la courte période de baguage généralement appliquée au protocole ACROLA (> 10 jours), **il serait plus pertinent de baguer à minima sur la période du 8 août au 18 août.**

## MOUVEMENTS MIGRATOIRES

Les contrôles étrangers permettent de mieux comprendre les voies migratoires des populations d'oiseaux transitant sur les sites de halte. Les principaux pays de recaptures des oiseaux bagués au Massereau sont la Grande-Bretagne (56%) et la Belgique (28%). Les principaux pays d'origine des oiseaux recapturés au Massereau sont la Grande-Bretagne (43%) et l'Espagne (19%). Ces origines et destinations d'oiseaux bagués et recapturés au Massereau sont conformes avec les chiffres d'autres stations. À Trunvel en 2018, la majorité des individus portant une bague étrangère provenait également de Grande-Bretagne (37%) et de Belgique (25%) (GUYOT *ET AL.*, 2018)

Les données de recaptures à partir d'oiseaux bagués au Massereau et contrôlés hors site ont permis de mettre en évidence des mouvements de rétromigration. Ce phénomène semble régulier et répandu chez les passereaux migrateurs (ÅKESSON *ET AL.*, 1996). Il a notamment été observé sur la station de Donges lors d'une étude par radar (BIOTOPE, 2009). Les oiseaux possédant des réserves de graisses faibles seraient plus susceptibles d'effectuer une rétromigration face à un obstacle important que les individus ayant accumulés une plus grande réserve (ALERSTAM, 1977 ; ÅKESSON *ET AL.*, 1996). De plus, les oiseaux ayant une faible connaissance des voies migratoires, comme les individus de première année, sont plus sujets à la rétromigration (KOMENDA-ZEHNDER *ET AL.*, 2002). L'ensemble des données de rétromigration observées au Massereau concerne en effet des jeunes individus. Avec un jeu de données plus conséquent, il serait intéressant de relier ces mouvements de rétromigration à des phénomènes météorologiques particuliers ou aux conditions physiques des individus.

## PHRAGMITE AQUATIQUE

Le phragmite aquatique est le seul passereau mondialement menacé en Europe continentale. La population mondiale est estimée entre 10 200 et 13 800 mâles chanteurs (LE NEVÉ *ET AL.*, 2013). En migration postnuptiale, la France accueillerait la quasi-totalité de la population mondiale de l'espèce en halte migratoire (JIGUET *ET AL.*, 2011). La majorité des oiseaux fait halte sur les zones humides du littoral Manche-Atlantique. La constitution d'un réseau de haltes migratoires en bon état de conservation est donc un enjeu majeur de la conservation de l'espèce en France et au niveau international.

Sur la période 2007-2019, 498 Phragmites aquatiques ont été capturés à la station du Massereau. Le protocole ACROLA, visant à cibler les captures de cette espèce, montre son efficacité en ayant réalisé 68% des individus, soit 317 Phragmites aquatiques. Tous protocoles confondus (SEJOUR et ACROLA), la tendance des effectifs moyens journaliers est stable, bien que proche d'une baisse significative ( $p$ -value = 0,13086), en partie expliquée par les effectifs des jeunes individus, eux-

mêmes proches d'une diminution significative ( $p$ -value = 0,10729). **Cependant, les données du protocole ACROLA indiquent une baisse significative de 75 % des effectifs moyens journaliers du Phragmite aquatique entre 2008 et 2019, soit une baisse annuelle de 6,8%.** Cette tendance n'a pas pu être comparée directement à celle de la station voisine de Donges car les données ont été traitées différemment. Toutefois, le nombre de capture à Donges a suivi la même baisse marquée après 2012, qui s'est prolongée jusqu'en 2017. Depuis 2018 le nombre de captures semble en augmentation vers les chiffres équivalents à 2010-2012. Cette remontée ne s'est malheureusement pas retrouvée au Massereau. La station de Trunvel indique également une baisse significative des effectifs, particulièrement marquée depuis 2010, mais dont les années 2018 et 2019 semblent montrer un accroissement des effectifs.

Le protocole ACROLA, proposé par le CRBPO à partir de 2008, est relativement nouveau et les tendances aussi bien locales que nationales de ce passereau migrateur sont difficiles à interpréter et à comparer entre stations. Pour cela, plusieurs indices ont émergé pour uniformiser les résultats et les rendre comparables. Cependant, l'utilisation d'indices différents (indice brut, indice 93, indice ACROLA et autres indices propres à chaque station...) est encore aujourd'hui délicate et l'interprétation doit se faire avec prudence. L'indice ACROLA, défini par JULLIARD *ET AL.*, (2006), a été utilisé depuis 2008 à la station du Massereau et permet de prendre en compte le ratio du nombre de Phragmites aquatiques sur le nombre de captures des passereaux du genre *Acrocephalus*. Cet indice a cependant été adapté et calculé pour chaque unité ACROLA et par jour (divisé par le nombre de jours de baguage). L'indice 93 permet, quant à lui, de tenir compte de la période d'ouverture et a été plus largement utilisé par d'autres stations. Une étude menée par LATRAUBE ET LE NEVÉ (2014), démontrant l'intérêt des sites de la région des Pays de la Loire comme halte migratoire de l'espèce, a calculé un indice 93 moyen par département entre 2008 et 2011. La Loire-Atlantique, en tête dans la région, indiquait un indice 93 moyen de 12,11. Sur cette même période, le Massereau affichait un indice moyen de 11,64, tout à fait cohérent avec la moyenne régionale. Depuis la baisse marquée de 2012, il est difficile de comparer les résultats avec d'autres stations que ce soit sur les effectifs moyens ou les différents indices.

Une étude menée dans le cadre du Plan National d'Action indique un gain de masse moyen de  $0,11 \text{ g.jour}^{-1}$  (écart-type  $\pm 0,478$ ) sur un échantillon de 391 individus capturés en France depuis 1969 (HEMERY *ET AL.*, 2017 ; DEHORTER & CRBPO, 2017). Les individus bagués et recapturés au Massereau sur la période 2007-2019 ont montré un taux d'engraissement moyen de  $0,13 \text{ g.jour}^{-1}$  (erreur standard  $\pm 0,07$ ) pour les jeunes et 1 individu adulte présentait un taux de  $0,39 \text{ g.jour}^{-1}$ . **Ces résultats suggèreraient une qualité d'habitat pour l'engraissement de l'espèce légèrement supérieure à la moyenne nationale.** Il faut tout de même garder à l'esprit que des fluctuations locales importantes peuvent biaiser ces résultats.

Évaluer la gestion des espaces naturels accueillant des espèces migratrices menacées n'est pas chose aisée. De nombreux facteurs indépendants à la gestion peuvent être en cause de la diminution des effectifs. En effet, le Phragmite aquatique est dépendant d'habitats particuliers sur ses zones de reproduction (Europe de l'Est), de halte migratoire (comme la France) et ses quartiers d'hiver (Afrique sahélienne de l'Ouest).

## GESTION ET PRÉCONISATIONS DE SUIVI

En septembre 2012, une fauche expérimentale d'une partie de la roselière du camp de baguage du Massereau a été réalisée pour maintenir un site favorable à la reproduction des oiseaux paludicoles. Le STOC-capture 2013 (suivi des populations nicheuses) a mis en évidence une mauvaise reproduction du Phragmite des joncs, du Bruant des roseaux et de la Locustelle luscinoïde (CHIL & COCHARD, 2013). Les données du protocole SEJOUR de 2013 montrent également une mauvaise année de migration. Cependant, comme vu précédemment, l'année 2013 a été particulièrement mauvaise pour les passereaux paludicoles sur le territoire Manche-Atlantique. Il est donc difficile d'évaluer l'impact de cette fauche sur les oiseaux. Il est probable qu'elle ait eue un impact sur les disponibilités des ressources alimentaires. Cependant, les taux d'engraissement et les durées de halte pour cette année 2013 n'ont pas pu être corrélés à la gestion compte-tenu d'une forte variabilité interannuelle. De plus, cette année est également marquée par le taux le plus bas de résidents pour le Phragmite des joncs (<10%). Ce qui signifie que les individus en migration ne font que passer brièvement sur le site sans marquer de halte. Ce taux peut témoigner de plusieurs conditions : peu de sources d'alimentation sur le site, des conditions météorologiques poussant les individus à accélérer leur migration...

La conservation des scirpaies au Migron comme au Massereau est primordiale pour le maintien du phragmite aquatique. Ces prairies humides composées de petits héliophytes, à proximité de roselières à *Phragmites australis*, sont les principales zones d'alimentation et d'engraissement de l'espèce (BARGAIN 2003 ; PROVOST ET AL. 2010, 2011). Bien qu'une gestion de cette végétation soit essentielle pour la maintenir en l'état, un surpâturage peut avoir un impact négatif direct sur la population (FOURCHER, 2013). De plus, l'utilisation des scirpaies est généralement maximale lorsqu'elles sont faiblement inondées (BARGAIN 2003 ET PROVOST ET AL. 2010, 2011) favorisant la disponibilité en ressources alimentaires. Une gestion conservant un faible niveau d'eau sur les deux sites est donc conseillée.



Figure 35. Roselière du Massereau © M. Batel, 2019

D'après l'étude de BIBBY & GREEN (1983), les taux d'engraissement du Phragmite des joncs au Migron auraient nettement diminué au vu des résultats obtenus sur la période 2007-2019. Cette tendance pourrait être due à une diminution de la qualité d'habitat et donc de la ressource alimentaire. L'étude menée en 1983, portait sur le régime alimentaire du Phragmite des joncs sur le site du Migron. Une étude similaire permettrait d'évaluer un changement des ressources alimentaires disponibles et donc de la qualité d'habitats sur le site.

---

## CONCLUSION

---

L'étude a permis de mettre en évidence la stabilité des effectifs et des dates médianes de passage entre 2007 et 2019. Seules la Fauvette des jardins, les adultes de Gorgebleue à miroir et les adultes de Locustelle luscinioïde montrent une augmentation significative des effectifs. La comparaison des résultats avec l'étude réalisée entre 1994 et 2005 indique également une stabilité de la phénologie des espèces et des effectifs du Phragmite des joncs. Il apparaît cependant une nette diminution des effectifs du Bruant des roseaux et de la Rousserolle effarvate alors que ceux de la Rousserolle turdoïde semblent en augmentation.

Les résultats ont montré que la réserve du Massereau est un site de reconstitution des réserves énergétiques du Phragmite des joncs en halte migratoire. Sa stratégie de migration, nécessitant une accumulation rapide de graisse en halte, fait de cette espèce un indicateur de la qualité du milieu. En comparaison avec d'autres sites européens, ce taux d'engraissement est faible pour les jeunes individus et moyen pour les adultes. L'étude réalisée en 1976 au Migron a pu montrer des valeurs nettement supérieures, pouvant indiquer une baisse de la qualité d'habitat en termes de nourriture disponible. Cependant, le taux d'engraissement stable sur les 13 dernières années laisserait penser à un changement global de la qualité des écosystèmes à grande échelle plutôt qu'à la remise en cause de la gestion du site sur cette période. Cette hypothèse est appuyée par la stabilité des effectifs des principales espèces baguées au Massereau.

La durée de halte migratoire de la Rousserolle effarvate au Massereau et son taux d'engraissement nul sont cohérents avec des études similaires. Le Phragmite des joncs semble effectuer une durée de halte plus courte que les résultats d'autres études. Cela pourrait être lié à un taux d'engraissement plus faible que celui attendu au vu de sa stratégie de *refueling* à cette latitude. À noter que les méthodes d'estimation des durées de haltes migratoires font encore débat aujourd'hui et qu'il n'existe que peu d'études sur le sujet et encore moins sur les populations d'Europe de l'Ouest.

La réserve du Migron semble présenter une qualité d'habitat plus intéressante que celle du Massereau en termes de taux d'engraissement du Phragmite des joncs. De plus, le protocole ACROLA au Migron a permis de mettre en évidence l'intérêt fort de la scirpaie pour la halte migratoire du Phragmite aquatique. Les réserves du Migron et du Massereau ont un rôle important et complémentaire pour l'accueil des passereaux paludicoles en halte migratoire. Les nombreux échanges entre les stations de Donges et du Massereau montrent l'importance de la réserve à l'échelle de l'estuaire de la Loire.

Le protocole ACROLA, spécifique au Phragmite aquatique, indique une baisse de 75% des effectifs et de 78,8% de l'indice 93 entre 2007 et 2019. Cette diminution s'est principalement accentuée à partir de 2012. Les effectifs observés au Massereau avant cette date sont toutefois cohérents avec la moyenne nationale. Le manque d'études de référence sur les dernières années ne permet pas de savoir si cette diminution est propre au Massereau ou le reflet d'une tendance nationale.

La variabilité des dates de pics de passages des principales espèces induit la nécessité d'ouvrir le camp de baguage au minimum du 4 août au 25 août, soit 22 jours. Cependant, une période d'un mois en août semble idéale pour un suivi à long terme et fiable des tendances d'effectifs et de phénologie des espèces. Les estimations de durée de halte et de taux d'engraissement nécessitent un grand nombre de données de recaptures, difficile à obtenir sur une courte période. Ces paramètres permettent de recueillir des informations pertinentes pour orienter la gestion du site.

## REMERCIEMENTS

Merci à toutes et à tous pour votre contribution au fonctionnement de la station de baguage du Massereau et du Migron, à votre contribution aux données de baguage des autres stations ainsi qu'à votre appuie à la réalisation de ce rapport :

ALLART Renaud, AMY Maxime, BACQUE Daniel, BARBOTIN Aurélie, BATARD Romain, BATEL Mickael, BEAUVAIS Dominique, BELLION Marc, BESLIC Sonia, BICHON Jean-Luc, BILLAUD Stéphane, BLAIN Antoine, BONNIN Pascal, BORDE Henry, BOUGET Guillaume, BOULET François, BRETILLE Vincent, BREUS Delphine, BRILLAND Yan, CABELGUEN Jérôme, CALLARD Benjamin, CALVET Amalric, CASADEI Emilie, CAVALIE Claire, CHABANNE Rémy, CHARBONNIER Yohan, CHASSAGNAUD Juliette, CHATTON Thomas, CHAUBY Xavier, CHENY Gildas, CHEVALIER Marie, CHEVRIER Guillaume, CHIL Jean-Luc, COCHARD Guillaume, COMMENGE Laurie, COREAU Damien, COUILLENS Bertrand, COULOMB Yannig, COURANT Sylvain, DE LACOSTE Marine, DECRAEMERE Charline, DELZONS Olivier, DENISE Cyrile, DESGRANGES Sylvie, DOUADY Margaux, DOUX Clément, DUGUE Hubert, DUPOUX Etienne, DUVIGNAU Patrice, FONTAINE Benoit, FONTENEAU Frédéric, FOURCADE Jean-Marc, FOURNIER Jérôme, FRANQUET Nathalie, GANTHIER Steve, GAUTIER Maxime, GAUTIER Sébastien, GENTRIC Alain, GERGAUD Antoine, GERNIGON Julien, GIRET Alain, GOBIN Solène, GRENTZMANN Ilona, GUENEZAN Michel, GUERIN Stéphane, HEMERY François, HERAULT Thomas, HEROGUEL Clément, HILY Nicolas, HINDERMEYER Xavier, HUTEAU Morgane, ITTY Christian, LACORRE Benoit, LAGRANGE Paméla, LAIGNEAU Frédéric, LAIGNEAU Jacques, LAMBOTTIN David, LATRAUBE Franck, LAVOUÉ Patrice, LE GUEN Anthony, LE REST Kévin, LEBEL Amandine, LEBLOIS Florian, LECOMTE Muriel, LEDUNOIS Romain, LEFEVRE Siméon, LEFRAN Rachel, LERAY Gilles, LUCAS Christelle, MAILLARD Jean-François, MARC Richard, MARCOUL Guillaume, MARECHAL Benoit, MARYE Pierric, MERLET Florence, MIMAUD Mickaël, MINERY Nicolas, MOAL Gael, MONIN Paul, MONNIER Gwendoline, MONNIER Mathilde, MORTREUX Stéphane, NADAL Yann, NORMAND Fabrice, OLIVIER René, OLLIVIER Philippe, PASSERAULT Maxime, PERROI Pierre-Yves, PICHARD Adeline, PINCZON-DU-SEL Nicolas, POEZEVARA Théo, POUPART Timothée, PROVOST Romain, RACINNE Julie, RAITIERE Willy, RAYMOND Blaise, REBEYRAT Xavier, RENET Julien, REVOL Morgane, ROCABOY Cathy, ROGER Thierry, ROZEC Xavier, RULIN Guillaume, RUPPE ROLLAND Didier, RUPPE ROLLAND Marie, SALMON Franck, SENECHAL Cyril, SINOT Baptiste, SOUCHAY Guillaume, SOURDRILLE Kévin, SOURGET Louis-Marie, SPONGA Arnaud, TANNOUX David, TESSIER Charles, THEILLOUT Amandine, THIERRY Roger, TOUZE Hugo, TRAVICHON Ségolène, TROTTIN Florence, TURCAT Léa, VAN INGEN Laura, VERGER Johan, VIGOUR David, VIAU Aurélien, VILLA Olivier, YVERNAULT Jérôme.

Toutes mes excuses à celles et ceux dont les noms ont pu être oubliés dans cette liste.

Je remercie spécialement Jean-Marc FOURCADE pour l'aide plus que précieuse à la réalisation des analyses statistiques, Guillaume SOUCHAY pour ses conseils sur la méthodologie des analyses, Aurélie BARBOTIN pour la réalisation des cartes SIG et Gwendoline MONNIER pour son aide et son soutien à la rédaction de ce rapport.

Merci à la Délégation OFB, la DREAL, le Conseil Départemental de la Loire-Atlantique ainsi que le Conservatoire du Littoral pour avoir permis la réalisation de cette étude et au CRBPO pour l'extraction des données.

## BIBLIOGRAPHIES

- Alerstam T. & Hedenström A. (1998). The development of bird migration theory. *J. Avian Biol.* 29 : 343-369.
- Alerstam T. (2009). Flight by night or day ? Optimal daily timing of bird migration. *Journal of Theoretical Biology*, 258 : 530-536.
- Alerstam T. (1977). Reoriented Bird Migration in Coastal Areas: Dispersal to Suitable Resting Grounds? *Oikos* Vol. 30, No. 2, Current Bird Migration Research. Proceedings of a Symposium at Falsterbo, Sweden, 3-8 October, 1977 (1978), pp. 405-408
- Akesson S., Karlsson L., Walinder G. & Alerstam T. (1996). Bimodal orientation & the occurrence of temporary reverse bird migration during autumn in south Scandinavia. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 38:293–302.
- Akesson S., Walinder G., Karlsson L. & Ehnbohm S. (2001). Reed Warbler orientation : initiation of nocturnal migratory flights in relation to visibility of celestial cues at dusk. *Animal Behaviour*, 61 : 181-189.
- Balança G., Schaub M. (2005). Post-breeding migration ecology of reed *Acrocephalus scirpaceus*, moustached A. *Melanopogon* & Cetti's warbler *Cettia cetti* at a Mediterranean stopover site. *Ardea* 93 : 245–257
- Bargain B. (2003). Étude du milieu fréquenté par le phragmite aquatique en baie d'Audierne : radio-pistage 2001 et 2002. Bretagne Vivante – SEPNEB. Brest. 16 p.
- Bibby C.J. & Green R.E. (1981). Autumn migration strategies of reed & sedge warblers. *Ornis scand* 12 : 1–12
- BIOTOPE (2008). Suivi par radar de la migration postnuptiale dans l'estuaire de la Loire. 54p.
- Blyumental T.I., Gavrilov V.M., Dolnik V.R. (1967). O prichinakh volnoobraznosti migratsii zhablika (On the causes of wave-like pattern of the chaffinch migration). *Comm Baltic Comm Study Bird Migr* 4:69–80
- Bowlin M.S. & Wikelski M. (2008). Pointed Wings, Low Wingloading & Calm Air Reduce Migratory Flight Costs in Songbirds, *PLOS ONE*, 3 (5).
- Caillat M., Dugué H., Leray G., Gentric A., Pourreau J., Juillard R. & Yésou P. (2005). Résultat de dix années de baguage de fauvettes paludicoles *Acrocephalus sp.* dans l'Estuaire de la Loire. *Alauda*, 73 : 375-388.
- Chenaval N., Lorrillière R., Dugué H. & Doxa A. (2011). Phénologie et durée de halte migratoire de quatre passereaux paludicoles en migration postnuptiales en estuaire de la Loire. *Alauda* 79 : 149–156
- Chernetsov, N. (2012) *Passerine Migration : stopovers & flight*. Springer-Verlag, Berlin.
- Chil J.L. & Cochard C. (2013). Bilan du camp de baguage du Massereau 2013. ONCF, 19p.
- Choquet, R., Lebreton, J.-D., Gimenez, O., Reboulet, A. M., & Pradel, R. (2009). U-CARE : Utilities for performing goodness of fit tests & manipulating capture-recapture data. *Ecography*, 32(6), 1071–1074. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05968.x>
- Dehorter et CRBPO, (2017). Base de données de baguage et déplacements d'oiseaux de France. Centre de Recherche sur la Biologie des Population d'Oiseaux, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, <http://crbpo.mnhn.fr>. Consulté le 2/11/2017.
- Dolnik V.R. (1975). *Migratsionnoye sostoyanie ptits (Migratory disposition of birds)*. Nauka, Moscow
- Laigneau F. (2020). Analyse des données de baguage de la station du Massereau 2007-2019

- Dubessy F. & Guyot G., 2013. Bilan de la station de baguage de Trunvel. Bretagne Vivante/DREAL Bretagne/Conseil Général du Finistère, 66 p.
- Dulac P. (2014). Le suivi des oiseaux communs en Pays de la Loire (STOC-EPS). Analyse des données 2001-2012. LPO, Conseil régional des Pays de la Loire, Bouchemaine, 53p.
- EBCC (2014). Pan-European Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS) Trends of common birds in Europe, 2014 update. <https://www.ebcc.info/index.php?ID=557>
- Floerike C. (1893). Vogelleben auf der Kurischen Nehrung. Ornithol Jahrb 4:1–11
- Foucher J. (2019). Bilan et Analyse des données de la station de baguage de Donges pour l'année 2019. 30p
- Foucher J. (2013). Bilan et Analyse des données de la station de baguage de Donges pour l'année 2013. 31p
- Jaguenet E. (2013). Rôle de la zone de halte migratoire du site de Donges-Est dans l'Estuaire de la Loire sur quatre passereaux paludicoles. Rapport de stage. 57p
- Jiguet F., Chiron F., Dehorter O., Dugué H., Provost P., Musseau R., Guyot G., Latraube F., Fontanilles P., Séchet E., Laignel J., Gruwier X., Le Nevé A. (2011). How many Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* stop over in France during the autumn migration ? Acta Ornithologica 46 : 135-142.
- Jones P.D., Jónsson T. & Wheeler D. (1997). Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar & South-West Iceland. *Int. J. Climatol.* 17, 1433-1450.
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., *et al.* (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hemery D., Blaize C., Musseau R. & Jiguet F. (2017) - Les captures de Phragmites aquatiques en France, 2013-2016. Plan national d'actions en faveur du Phragmite aquatique. Dreal Bretagne – Bretagne Vivante-SEPNB. 22p.
- Huppopp O. & Huppopp K. (2003). North Atlantic Oscillation & the timing of spring migration in birds. Proc R Soc Lond B, 270 : 233-240.
- Gautier S., Raymond B., Lefran R. (2019). Bilan des données récoltées dans le cadre de la station de baguage de la réserve de chasse et de faune sauvage du Massereau et du Migron (44), Année 2019. 13p.
- Guyot G., Cillard A., Chevalier M., Dubessy F., (2018). Bilan 2018 de la station de baguage de Trunvel. Bretagne Vivante, 34p.
- Komenda-Zehnder S., F. Liechti & B. Bruderer (2002). Is reverse migration a common feature of nocturnal bird migration? – an analysis of radar data from Israel. Ardea 90(2): 325-334.
- Latraube F. & Le Nevé A. (2014). La migration postnuptiale du Phragmite aquatique en région des Pays de la Loire et les habitats fréquentés. Alauda 82 (4), 2014 : 291-305
- Le Nevé A., Bargain B., Provost P. & Latraube F. (2009). Le phragmite aquatique *Acrocephalus paludicola*; Plan national d'actions 2010 – 2014. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Direction régionale de l'Environnement Bretagne, Bretagne Vivante – SEPNB. 177 p.

- Le Nevé A., Dehorter O., Dugué H., Latraube F., Musseau R., Provost P. & Jiguet F. (2013). Synthèse des captures de phragmites aquatiques en France en 2010 et 2011. Plan national d'actions du phragmite aquatique 2010-2014. Dreal Bretagne. 57 p.
- Marchadour B coord. (2014). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris. 576p.
- Meehl G.A., Stocker T.F., Collins W.D., Friedlingstein P., Gaye A. T., Gregory J.M., Kitoh A., Knutti R., Murphy J.M.), Noda A., Raper S.C.B., Watterson I.G., Weaver A.J. & Zhao Z.C. (2007). Global Climate Projections. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. In. Peron G., Henry P. Y., Provost P., Dehorter O. & Julliard R. (2007). Climate changes & post-nuptial migration strategy by two reedbed passerines. *Climate Research*, 35: 147-157.
- MNHN (2014). Résultats nationaux du programme STOC. <https://vigienature.mnhn.fr/page/resultats-par-especes>.
- Newton I. (2007). The Migration Ecology of Birds. The Migration Ecology of Birds. 10.1016/B978-0-12-517367-4.X5000-1.
- Pradel R., Hines J.E., Lebreton J.D. & Nichols. J.D. (1997). Capture-recapture survival models taking account of transients. *Biometrics* 53:60-72.
- Provost P., Kerbiriou C. & Jiguet F. (2010). Foraging range & habitat use by Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* during a fall migration stopover. *Acta ornithologica* 45 : 173-180.
- Provost, P., Bargain, B. & Cheveau, P. (2011). Écologie du Phragmite aquatique *Acrocephalus paludicola* sur deux sites de halte majeures pendant le passage post-nuptial dans l'ouest de la France. *Alauda* 79 : 53-63.
- Robinson R.A., Crick H. Q. P., Learmonth J.A., Maclean I.M.D., Thomas C. D., Bairlein F., Forchhammer M.C, Francis C.M., Gill J.A., Godley B.J., Harwood J., Hays G.C., Huntley B, Hutson A.M., Pierce G.J., Rehfisch M.M., Sims D.W., Santos M.B., Sparks T.H., Stroud D.A. & Visser M.E. (2008). Travelling through a warming world climate change & migratory species. *Endangered Species Research*.
- Sánchez-Bayo F. & Wyckhuys K. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 232. 10.1016/j.biocon.2019.01.020.
- Schaub M. & Jenni L. (2000). Fuel deposition of three passerine bird species along the migration route. *Oecologia*, 122(3), 306-317
- Schaub M. & Jenni L. (2001). Stopover durations of three warbler species along their autumn migration route. *Oecologia* vol. 122, no. 3, 2000, pp. 306–317.
- Schaub M., Pradel R., Jenni L. & Lebreton J.D. (2001). Migrating Birds Stop over Longer than Usually Thought: An Improved Capture-Recapture Analysis. *Ecology*. 82. 10.2307/2680203.
- Titov N.V. & Chernetsov N.S. (1999). Stokhasticheskie modeli kak novy metod otsenki prodolzhitel'nosti migratsionnykh ostanovok ptits (Stochastic models as a new method for estimating length of migratory stopovers in birds). *Uspekhi Sovremennoi Biologii* 119:396–403

## ANNEXES

*Tableau 23. Résultats détaillés des tests d'ajustement des données au modèles CJS*

	Rousserolle effarvate					Phragmite des joncs				
	$\chi^2$	df	$\chi^2$ p-value	transience 3.SR p-value	trap- dependence 3.CT p-value	$\chi^2$	df	p-value	transience 3.SR p-value	trap- dependence 3.CT p-value
2007	26,65	67	1,00000	0,00990	0,69055	9,08	12	0,69632	0,02912	1,00000
2008	32,08	47	0,95252	0,00108	0,66632	4,30	14	0,99338	0,20605	0,57647
2009	31,88	53	0,99051	0,04577	0,12237	16,86	32	0,98707	0,03398	0,97217
2010	30,25	65	0,99993	0,07455	0,16607	39,21	55	0,94683	0,00742	0,46713
2011	13,08	24	0,96484	0,02752	0,92904	7,28	10	0,69910	0,05646	1,00000
2012	51,67	67	0,91659	0,01977	0,73009	17,90	26	0,87930	0,00354	0,70936
2013	44,10	70	0,99343	0,00319	0,28875	13,08	23	0,95027	0,00848	0,75041
2014	29,21	55	0,99834	0,03529	0,57211	53,12	64	0,83210	0,03744	0,35856
2015	29,58	66	0,99997	0,06305	0,62886	83,32	71	0,15038	0,00000	0,56944
2016	35,86	59	0,99254	0,00322	0,05190	46,05	29	0,02320	0,00007	0,07476
2017	73,47	52	0,02658	0,00000	0,98866	6,29	21	0,99917	0,25026	0,97580
2018	54,21	60	0,68616	0,00013	0,96148	17,16	30	0,97067	0,07036	0,59859
2019	47,62	66	0,95721	0,00004	0,95438	0,94	11	0,99996	0,50000	1,00000

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )

*Tableau 24. Résultats de l'analyse par CMR pour la Rousserolle effarvate*

	MODÈLE	AIC	DELTA.AIC	AIC WEIGHT	MODEL LIKELIHOOD	NB PAR.	DEVIANCE	-2LOG(L)
2007	Phi (T/.) p (.)	712,68	1,3400	0,1518	0,5124	4	332,73	704,59
2008	Phi (./.) p (.)	471,12	0,0000	0,2586	1,0000	3	208,46	465,07
2009	Phi (./.) p (.)	586,83	0,0000	0,2848	1,0000	3	239,34	580,78
2010	Phi (T/T) p (.)	1000,74	0,0000	0,3111	1,0000	4	355,35	992,66
2011	Phi (T/.) p (.)	285,27	0,0000	0,4250	1,0000	4	102,37	277,15
2012	Phi (T/.) p (.)	1132,27	0,0000	0,4226	1,0000	4	399,53	1124,21
2013	Phi (T/.) p (.)	822,95	0,0000	0,5144	1,0000	4	321,70	814,87
2014	Phi (./.) p (.)	574,19	0,0000	0,3352	1,0000	3	253,82	568,11
2015	Phi (./.) p (.)	743,21	0,0000	0,2610	1,0000	3	309,06	737,15
2016	Phi (./.) p (.)	627,99	0,0300	0,2303	0,9844	3	260,55	621,93
2017	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	Phi (./.) p (t)	1039,86	0,0000	0,1998	1,0000	20	371,03	998,25
2019	Phi (./.) p (T)	1004,98	0,0000	0,6512	1,0000	4	377,60	996,91

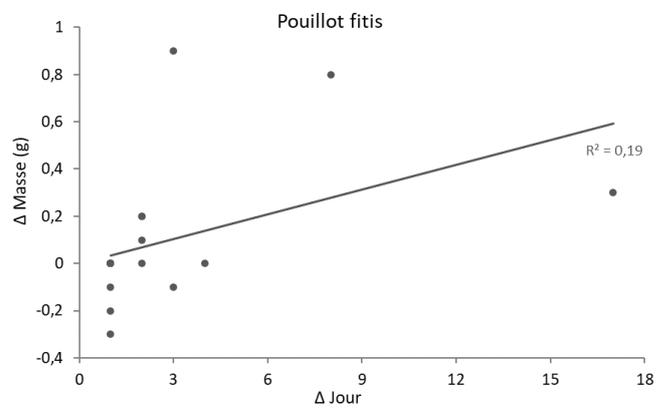
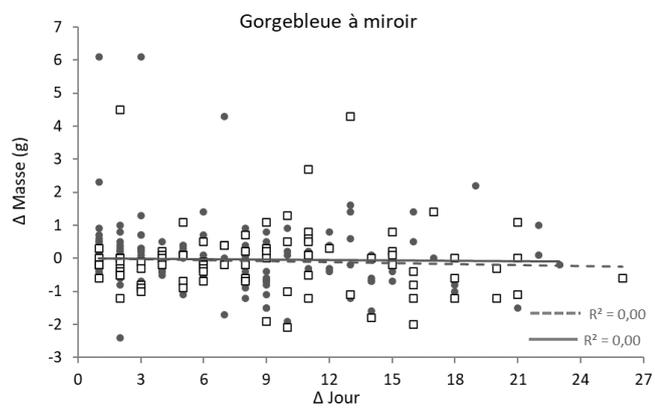
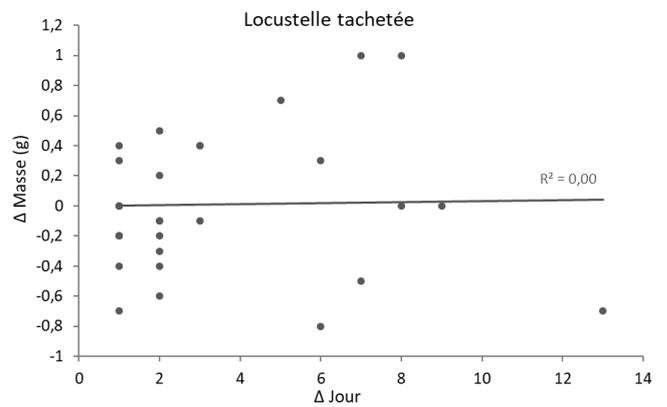
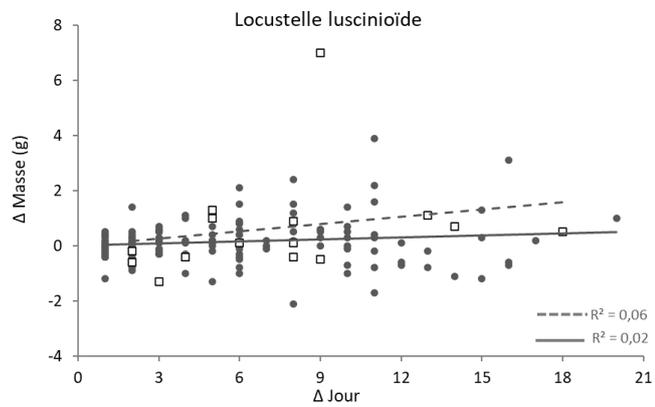
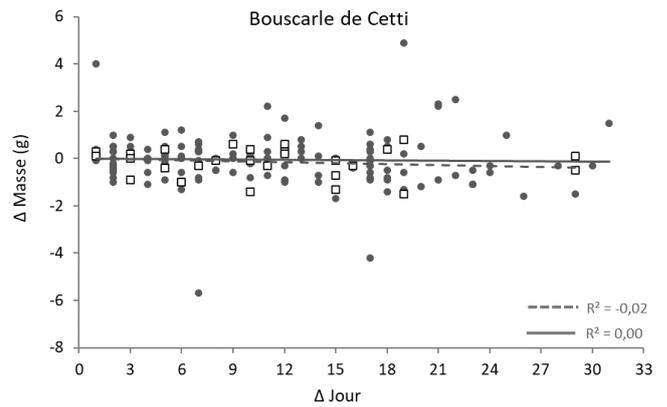
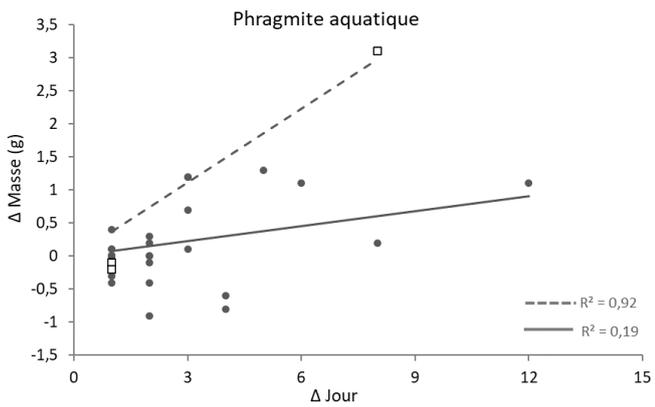
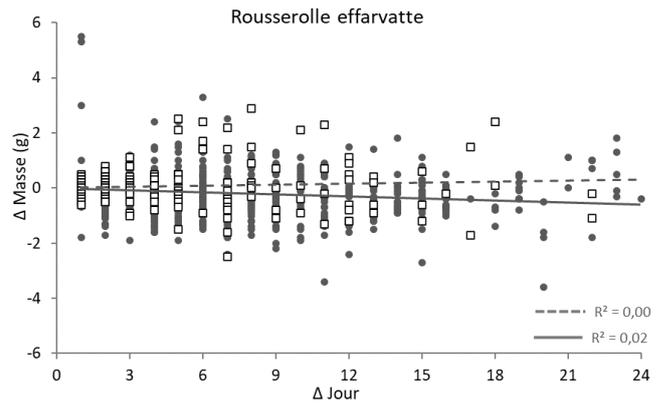
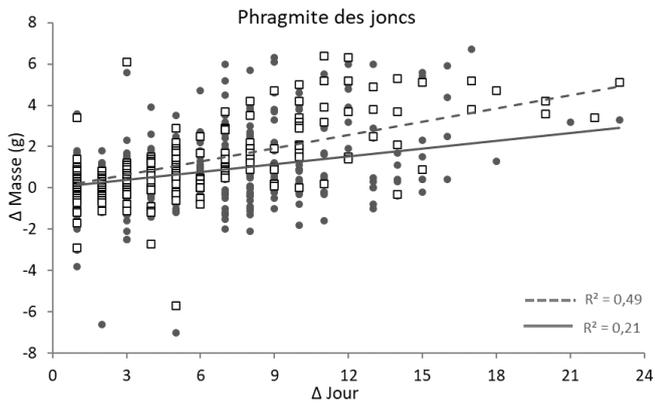
Tableau 25. Résultats de l'analyse par CMR pour le Phragmite des joncs

	MODÈLE	AIC	DELTA.AIC	AIC WEIGHT	MODEL LIKELIHOOD	NB PAR.	DEVIANCE	-2LOG(L)
2007	Phi (T/.) p (.)	233,95	0,000	0,41368	1,0000	4	95,6209	225,9185
2008	Phi (./.) p (.)	242,14	0,34	0,34	0,8437	4	75,8377	234,1043
2009	Phi (./.) p (.)	342,20	0,000	0,31617	1,0000	3	114,9305	336,1749
2010	Phi (T/T) p (.)	703,01	0,000	0,298	1,0000	4	218,47	694,97
2011	Phi (T/.) p (.)	357,67	0,000	0,31724	1,0000	4	122,1735	349,6403
2012	Phi (T/.) p (.)	330,93	0,000	0,5757	1,0000	4	114,763	320,8518
2013	Phi (T/.) p (.)	257,47	0,000	0,405	1,0000	4	107,13	249,44
2014	Phi (./.) p (.)	2295,66	0,000	0,761	1,0000	27	368,61	2240,84
2015	Phi (./.) p (.)	1483,83	0,000	0,454	1,0000	28	429,92	1426,61
2016	Phi (./.) p (.)	1206,48	0,000	0,46917	1,0000	5	330,1018	1674,9994
2017	Phi (T/T) p(T)	285,97	0,370	0,241	0,8302	5	50,47	275,91
2018	Phi (./.) p (t)	394,76	0,000	0,307	1,0000	20	76,68	353,66
2019	Phi (./.) p (T)	171,29	0,000	0,24954	1,0000	4	56,0855	163,2635

Tableau 26. Résultats des régressions linéaires  $\Delta$ Masse  $\sim$   $\Delta$ Jour

ESPÈCES	N	AGE	FDR MOYEN		RÉGRESSION LINÉAIRE			
			(g/jour) $\pm$ Err. Stand.	R	Adj. R <sup>2</sup>	p-value		
Phragmite aquatique	10	1 <sup>ère</sup> an.	0,13	$\pm$ 0,07	0,43	0,19	0,0075	***
	1	adulte	(0,39)	-	-	-	-	-
Phragmite des joncs	447	1 <sup>ère</sup> an.	0,12	$\pm$ 0,01	0,46	0,21	< 0,0001	***
	142	adulte	0,18	$\pm$ 0,02	0,70	0,49	< 0,0001	***
Rousserolle effarvatte	615	1 <sup>ère</sup> an.	-0,03	$\pm$ 0,005	-0,15	0,02	< 0,0001	***
	106	adulte	0,02	$\pm$ 0,01	0,03	0,00	0,6935	n.s.
Bouscarle de Cetti	116	1 <sup>ère</sup> an.	0,00	$\pm$ 0,01	0,04	0,00	0,6149	n.s.
	22	adulte	-0,03	$\pm$ 0,02	0,14	-0,02	0,1499	n.s.
Locustelle lusciniôide	84	1 <sup>ère</sup> an.	0,04	$\pm$ 0,01	0,13	0,02	0,1253	n.s.
	12	adulte	0,08	$\pm$ 0,08	0,24	0,06	0,3605	n.s.
Locustelle tachetée	11	1 <sup>ère</sup> an.	0,04	$\pm$ 0,03	0,02	0,00	0,9035	n.s.
	Gorgebleue à miroir	111	1 <sup>ère</sup> an.	0,01	$\pm$ 0,02	-0,03	0,00	0,6887
69		adulte	-0,02	$\pm$ 0,01	-0,05	0,00	0,6529	n.s.
Pouillot fitis	4	1 <sup>ère</sup> an.	(0,10)	$\pm$ 0,02	0,44	0,19	0,0680	n.s.
Fauvette à tête noire	35	1 <sup>ère</sup> an.	-0,04	$\pm$ 0,08	0,05	0,00	0,8999	n.s.
	4	adulte	(0,07)	$\pm$ 0,05	0,32	0,11	0,3944	n.s.
Fauvette des jardins	5	1 <sup>ère</sup> an.	(0,13)	$\pm$ 0,11	0,68	0,46	0,0149	*
	1	adulte	(0,08)	-	-	-	-	-
Fauvette grisettes	62	1 <sup>ère</sup> an.	0,07	$\pm$ 0,02	0,13	0,02	0,2177	n.s.
	3	adulte	(0,13)	$\pm$ 0,15	-	-	-	-

Niveau de significativité p-value (n.s. : non significatif,  $p > 0.05$  ; \* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$ )



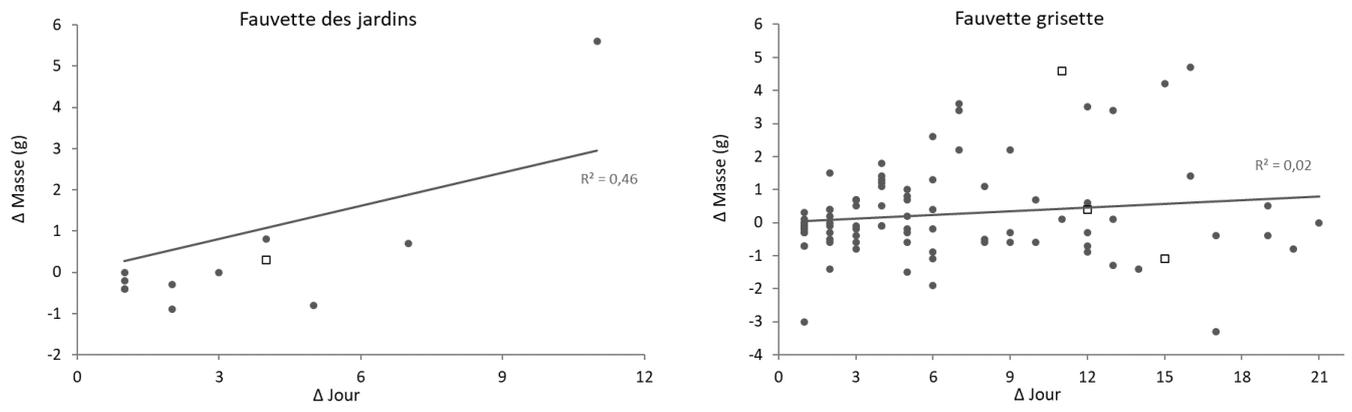


Figure 36.  $\Delta$ Masse en fonction de  $\Delta$ Jour pour la période 2007-2019 (ronds noirs et droite de régression noire : jeune ; carrés blancs et droite de régression pointillée : adulte)

Tableau 27. Nombre d'oiseaux bagués au Massereau et contrôlés hors site à l'échelle de la France

LOCALITÉ	ESPÈCE	CENTRE	PAYS	DEPT	LIEUDIT	TOTAL PAR ESPÈCE	TOTAL	
DONGES	Bécassine des marais	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1	<b>158</b>	<b>55%</b>
	Bergeronnette printanière	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1		
	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	44	Tour aux moutons	15		
	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Tour aux moutons	4		
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Tour aux moutons	12		
	Hirondelle de rivage	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1		
	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Le Tertre	1		
	Hirondelle rustique	FRP			Tour aux moutons	7		
	Locustelle lusciniôide	FRP	FR	44	Tour aux moutons	3		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	Tour aux moutons	2		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Tour aux moutons	87		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	44	Tour aux moutons	23		
	Rousserolle turdoïde	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1		
	SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	44	MARS-OUEST		
Gorgebleue à miroir		FRP	FR	44	MARS-OUEST	1		
Phragmite des joncs		FRP	FR	44	CANAL GUERLAIN	1		
Phragmite des joncs		FRP			LE BONHOMME	1		
Phragmite des joncs		FRP			MARS-OUEST	8		
Rousserolle effarvatte		FRP	FR	44	MARS-OUEST	5		
TREGAT	Martin-pêcheur d'Europe	FRP	FR	29	Trunvel	2	<b>11</b>	<b>4%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Trunvel	8		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	29	Trunvel	1		
FROSSAY	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Réserve du Migron	4	<b>11</b>	<b>4%</b>
	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Réserve du Migron	1		
	Martin-pêcheur d'Europe	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
BOUEE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1	<b>7</b>	<b>2%</b>
	Locustelle tachetée	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	5		
MONTMARTIN-EN-GRAIGNES	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	Marais de Cap RNR de la Taute	1	<b>6</b>	<b>2%</b>
	Phragmite des joncs	FRP			RNR de CAP	2		
	Phragmite des joncs	FRP			RNR Pénème sud	3		
CHENAC-SAINT-SEURIN-D'UZET	Bruant des roseaux	FRP	FR	17	Roseliere	2	<b>5</b>	<b>2%</b>
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	17	Roseliere	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	CAMPING 2	1		
	Phragmite des joncs	FRP			CAMPING1	1		
SAINT-VIAUD	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Le Carnet	1	<b>5</b>	<b>2%</b>
	Locustelle lusciniôide	FRP	FR	44	Le Carnet	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Le Carnet	3		
MERLIMONT	Locustelle lusciniôide	FRP	FR	62	FORET DOMANIALE DE LA COTE D'OPALE	2	<b>5</b>	<b>2%</b>

	Locustelle luscinioïde	FRP			Station STOC n°106	3		
MORTAGNE-SUR-GIRONDE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	17	Conchemarche	1	<b>4</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	Conchemarche	2		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	17	Conchemarche	1		
PIROU	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	50		1	<b>3</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	50		2		
SOULAIRE-ET-BOURG	Phragmite aquatique	FRP	FR	49	NOYANT	2	<b>3</b>	<b>1%</b>
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	49	NOYANT	1		
SAINT-JOACHIM	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	RESERVE DE BRIERE SUD	3	<b>3</b>	<b>1%</b>
DRAGEY-RONTHON	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	Mont Manet	3		
MESSANGES	Phragmite des joncs	FRP	FR	40	MARAIS-MOISAN-OUEST	1		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	40	MARAIS-MOISAN-OUEST	2		
HERBIGNAC	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	MARAIS DE POMPAS	2	<b>2</b>	<b>1%</b>
VILLETON	Phragmite des joncs	FRP	FR	47		1	<b>2</b>	<b>1%</b>
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	47	RESERVE NATURELLE DE L'ETANG DE LA MAZIERE	1		
BRAUD-ET-SAINT-LOUIS	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	33	Terres d'oiseaux	1	<b>2</b>	<b>1%</b>
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	33	Terres d'oiseaux	1		
SAINT-MARS-DU-DESERT	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Tourbieres de France	2	<b>2</b>	<b>1%</b>
POSSONNIERE (LA)	Phragmite des joncs	FRP	FR	49	PONT DE L'ALLEUD	2	<b>2</b>	<b>1%</b>
GRUES	Phragmite des joncs	FRP	FR	85	Le Braud	2	<b>2</b>	<b>1%</b>
SAINT-MALO-DE-GUERSAC	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Réserve Pierre Constant	2	<b>2</b>	<b>1%</b>
GUISSENY	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Cléguer	1	<b>2</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP			Etang du Curnic	1		
BAYONNE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	64	BARTHES-DE-L'URDAINS	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	64	URDAINS	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
ABBARETZ	Hirondelle de rivage	FRP	FR	44	La Mine	2	<b>2</b>	<b>&lt;1%</b>
VILLEFRANQUE	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	64	LES-BARTHES-DE-QUARTIER-BAS	2	<b>2</b>	<b>&lt;1%</b>
APREMONT	Épervier d'Europe	FRP	FR	85		1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
CESTAS	Phragmite des joncs	FRP	FR	33		1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
PELLERIN (LE)	Fauvette grisette	FRP	FR	44	47 rue de la Jaunaie	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
GUERANDE	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Livéry	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
SAINT-VIGOR-D'YMONVILLE	Phragmite des joncs	FRP	FR	76	PK 20	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
PLOUHARNEL	Hirondelle de rivage	FRP	FR	56	SAINTE-BARBE	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
BEAUMONT-HAGUE	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	50	La Mare	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>
CARENTAN	Phragmite aquatique	FRP	FR	50	Roselière de baguage	1	<b>1</b>	<b>&lt;1%</b>

SAINT-NAZAIRE	Chevalier aboyeur	FRP	FR	44	Estuaire de la Loire	1	1	<1%
RIVIERE-SAAS-ET-GOURBY	Fauvette grissette	FRP	FR	40	RIVIERE	1	1	<1%
CHAPELLE-DE-BRAIN (LA)	Phragmite des joncs	FRP	FR	35	La Carterais	1	1	<1%
ROCHEFORT	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	STEPRO	1	1	<1%
SARZEAU	Phragmite des joncs	FRP	FR	56	Marais de Sucinio	1	1	<1%
CORDEMAIS	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Canal de la Martiniere	1	1	<1%
TREILLIERES	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Muzon	1	1	<1%
SAINT-JULIEN-DE-CONCELLES	Locustelle luscinoïde	FRP	FR	44	L'Anglessort	1	1	<1%
NOYELLES-SUR-MER	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	80	RENCLÔTURE ELLUIN	1	1	<1%
PLAINE-SUR-MER (LA)	Hirondelle rustique	FRP	FR	44		1	1	<1%
CONTEVILLE	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	27	Fossé courant	1	1	<1%
PLOMODIERN	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Kervijen	1	1	<1%
Total général						286		100%

Tableau 28. Nombre d'oiseaux bagués hors site et contrôlés au Massereau à l'échelle de la France

Localité	Espèce	Centre	Pays	Dept	Lieudit	Total par espèce	Total	
DONGES	Bécassine des marais	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1	<b>330</b>	<b>51%</b>
	Bergeronnette printanière	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1		
	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	44	Tour aux moutons	15		
	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Tour aux moutons	5		
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Tour aux moutons	32		
	Hirondelle de rivage	FRP	FR	44	Tour aux moutons	4		
	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Le Tertre	1		
	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Tour aux moutons	14		
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	44	Tour aux moutons	16		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	Tour aux moutons	8		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Tour aux moutons	163		
	Rossignol philomèle	FRP	FR	44	Tour aux moutons	1		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	44	Tour aux moutons	64		
	Rousserolle turdoïde	FRP	FR	44	Tour aux moutons	5		
SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	44	MARS-OUEST	1	<b>60</b>	<b>9%</b>
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	MARS-OUEST	3		
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	44	MARS-OUEST	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	CANAL GUERLAIN	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	LE BONHOMME	2		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	MARS-OUEST	37		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	44	MARS-OUEST	15		
FROSSAY	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Réserve du Migron	6	<b>36</b>	<b>6%</b>
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Réserve du Migron	1		
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
	Martin-pêcheur d'Europe	FRP	FR	44	Réserve du Migron	2		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	Réserve du Migron	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44		1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Réserve du Migron	14		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	44	Réserve du Migron	7		
SANDOUVILLE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	76	PK 21	2	<b>24</b>	<b>4%</b>
	Phragmite aquatique	FRP	FR	76	PK 21	1		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	76	PK21	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	76	PK 21	13		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	76	PK21	6		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	76	PK 21	1		
TREGAT	Martin-pêcheur d'Europe	FRP	FR	29	Trunvel	2	<b>21</b>	<b>3%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Trunvel	16		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	29	Trunvel	3		
BOUEE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1	<b>14</b>	<b>2%</b>
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	2		
	Locustelle tachetée	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1		

	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	8		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	44	Le Tertre Rouge	1		
MONTMARTIN- EN-GRAIGNES	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	Marais de Cap RNR de la Taute	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	RNR de CAP	4		
					RNR DES MARAIS DE LA TAUTE MARAIS DE	6	<b>14</b>	<b>2%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	CAP			
	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	RNR Pénème sud	3		
SAINT-VIGOR- D'YMONVILLE	Hirondelle de rivage	FRP	FR	76	PK 19	1		
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	76	PK 20	1	<b>13</b>	<b>2%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	76	pk 18,5	7		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	76	PK 20	4		
SOULAIRES-ET- BOURG	Phragmite aquatique	FRP	FR	49	NOYANT	2		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	49	NOYANT	6	<b>10</b>	<b>2%</b>
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	49	NOYANT	2		
SAINT-VIAUD	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Le Carnet	1		
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Le Carnet	1		
	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	44	Le Carnet	1	<b>9</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Le Carnet	5		
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	44	Le Carnet	1		
HERBIGNAC	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	MARAIS DE POMPAS	1	<b>8</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	MARAIS DE POMPAS	7		
CHENAC-SAINT- SEURIN-D'UZET	Bruant des roseaux	FRP	FR	17	Roseliere	2		
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	17	Roseliere	1		
	Hirondelle de rivage	FRP	FR	17	Roseliere	2	<b>8</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	CAMPING 2	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	CAMPING1	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	Roseliere	1		
SAINT-MALO-DE- GUERSAC	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	Réserve Pierre Constant	2		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	Réserve Pierre Constant	1	<b>7</b>	<b>1%</b>
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Réserve Pierre Constant	4		
SAINT-JOACHIM	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	44	RESERVE DE BRIERE NORD	1		
	Phragmite aquatique	FRP	FR	44	RESERVE DE BRIERE SUD	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	RESERVE DE BRIERE SUD	4	<b>7</b>	<b>1%</b>
	Rousserolle turdoïde	FRP	FR	44	RESERVE DE BRIERE SUD	1		
DRAGEY- RONTON	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	Mont Manet	5	<b>6</b>	<b>1%</b>
	Rousserolle effarvatte	FRP	FR	50	Mont Manet	1		
MERLIMONT	Locustelle lusciniöide	FRP	FR	62	FORET DOMANIALE DE LA COTE D'OPALE	2	<b>6</b>	<b>1%</b>

	Locustelle lusciniôide	FRP	FR	62	Station STOC n°106	3		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	62	Marais de Balençon	1		
CAYEUX-SUR-MER	Phragmite des joncs	FRP	FR	80	Pointe d'Offoy	5	5	1%
MORTAGNE-SUR-GIRONDE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	17	Conchemarche	1		
	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	17	MONDESIR	1	5	1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	Conchemarche	2		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	17	Conchemarche	1		
CLAIRMARAIS	Phragmite aquatique	FRP	FR	62	Ferme du Zuidbrouck	1		
	Phragmite des joncs	FRP	FR	62	Ferme du Zuidbrouck	2	4	1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	62	Propriété Faucquez	1		
BAYONNE	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	64	BARTHES-DE-L'URDAINS	1	3	<1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	64	URDAINS	2		
CHAPELLE-DE-BRAIN (LA)	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	35	Station STOC N°185	1	3	0%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	35	La Carterais	2		
PIROU	Bouscarle de Cetti	FRP	FR	50		1	3	0%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	50		2		
GRUES	Phragmite des joncs	FRP	FR	85	Le Braud	3	3	<1%
MESSANGES	Phragmite des joncs	FRP	FR	40	MARAIS-MOISAN-OUEST	1	3	<1%
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	40	MARAIS-MOISAN-OUEST	2		
SAINT-JULIEN-DE-CONCELLES	Locustelle lusciniôide	FRP	FR	44	L'Anglessort	1	2	<1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	L'Anglessort	1		
POSSONNIERE (LA)	Phragmite des joncs	FRP	FR	49	PONT DE L'ALLEUD	2	2	<1%
PLOMODIERN	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Kervijen	2	2	<1%
GUERANDE	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	BAHINE	1	2	<1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Livéry	1		
VILLEFRANQUE	Rousserolle effarvate	FRP	FR	64	LES-BARTHES-DE-QUARTIER-BAS	2	2	<1%
GUISSENY	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Cléguer	1	2	<1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	Etang du Curnic	1		
BRAUD-ET-SAINT-LOUIS	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	33	Terres d'oiseaux	1	2	<1%
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	33	Terres d'oiseaux	1		
GRAIGNES-MESNIL-ANGOT	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	RNR DES MARAIS DE LA TAUTE LES PRES DE ROTZ	2	2	<1%
SAINT-MARS-DU-DESERT	Phragmite des joncs	FRP	FR	44	Tourbieres de France	2	2	<1%
ABBARETZ	Hirondelle de rivage	FRP	FR	44	La Mine	2	2	<1%
NOYELLES-SUR-MER	Gorgebleue à miroir	FRP	FR	80	RENCLÔTURE ELLUIN	1	2	<1%
	Phragmite des joncs	FRP	FR	80	La Renclôture	1		
VILLETON	Phragmite des joncs	FRP	FR	47		1		
	Rousserolle effarvate	FRP	FR	47	RESERVE NATURELLE DE L'ETANG DE LA MAZIERE	1	2	<1%

AVION	Rousserolle effarvate	FRP	FR	62	MARAIS DE LA COUTURE	1	1	<1%
PLOUHARNEL	Hirondelle de rivage	FRP	FR	56	SAINTE-BARBE	1	1	<1%
SARZEAU	Phragmite des joncs	FRP	FR	56	Marais de Sucinio	1	1	<1%
APREMONT	Épervier d'Europe	FRP	FR	85		1	1	<1%
CARENTAN	Phragmite aquatique	FRP	FR	50	Roselière de baguage	1	1	<1%
LARMOR-BADEN	Rousserolle effarvate	FRP	FR	56	Pen en Toul	1	1	<1%
CONTEVILLE	Rousserolle effarvate	FRP	FR	27	Fossé courant	1	1	<1%
AMBON	Phragmite des joncs	FRP	FR	56	Tréhervé	1	1	<1%
TREILLIERES	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	Muzon	1	1	<1%
ROCHFORT	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	STEPSO	1	1	<1%
PELLERIN (LE)	Fauvette grisette	FRP	FR	44	47 rue de la Jaunaie	1	1	<1%
ROUANS	Hirondelle rustique	FRP	FR	44	La Cave	1	1	<1%
SAINT-NAZAIRE	Chevalier aboyeur	FRP	FR	44	Estuaire de la Loire	1	1	<1%
SAINT-ARNOULT	Phragmite des joncs	FRP	FR	14	le marais	1	1	<1%
PLAINE-SUR-MER (LA)	Hirondelle rustique	FRP	FR	44		1	1	<1%
SAINT-FROULT	Phragmite des joncs	FRP	FR	17	Plaisance	1	1	<1%
CORDEMAIS	Bruant des roseaux	FRP	FR	44	Canal de la Martiniere	1	1	<1%
SAINT-GEORGES-DE-BOHON	Phragmite des joncs	FRP	FR	50	Réserve de Chasse et de Faune Sauvage des Bohons	1	1	<1%
GOULVEN	Phragmite des joncs	FRP	FR	29	LEZ AR MAR	1	1	<1%
SAINT-GERVAIS	Phragmite des joncs	FRP	FR	85	Etang des Mattes	1	1	<1%
BEAUMONT-HAGUE	Rousserolle effarvate	FRP	FR	50	La Mare	1	1	<1%
CESTAS	Phragmite des joncs	FRP	FR	33		1	1	<1%
LOCMIQUELIC	Phragmite des joncs	FRP	FR	56	PENN MANE	1	1	<1%
RADENAC	Hirondelle de rivage	FRP	FR	56	SAINTE FIACRE	1	1	<1%
RIVIERE-SAAS-ET-GOURBY	Fauvette grisette	FRP	FR	40	RIVIERE	1	1	<1%
Total général						651	100%	

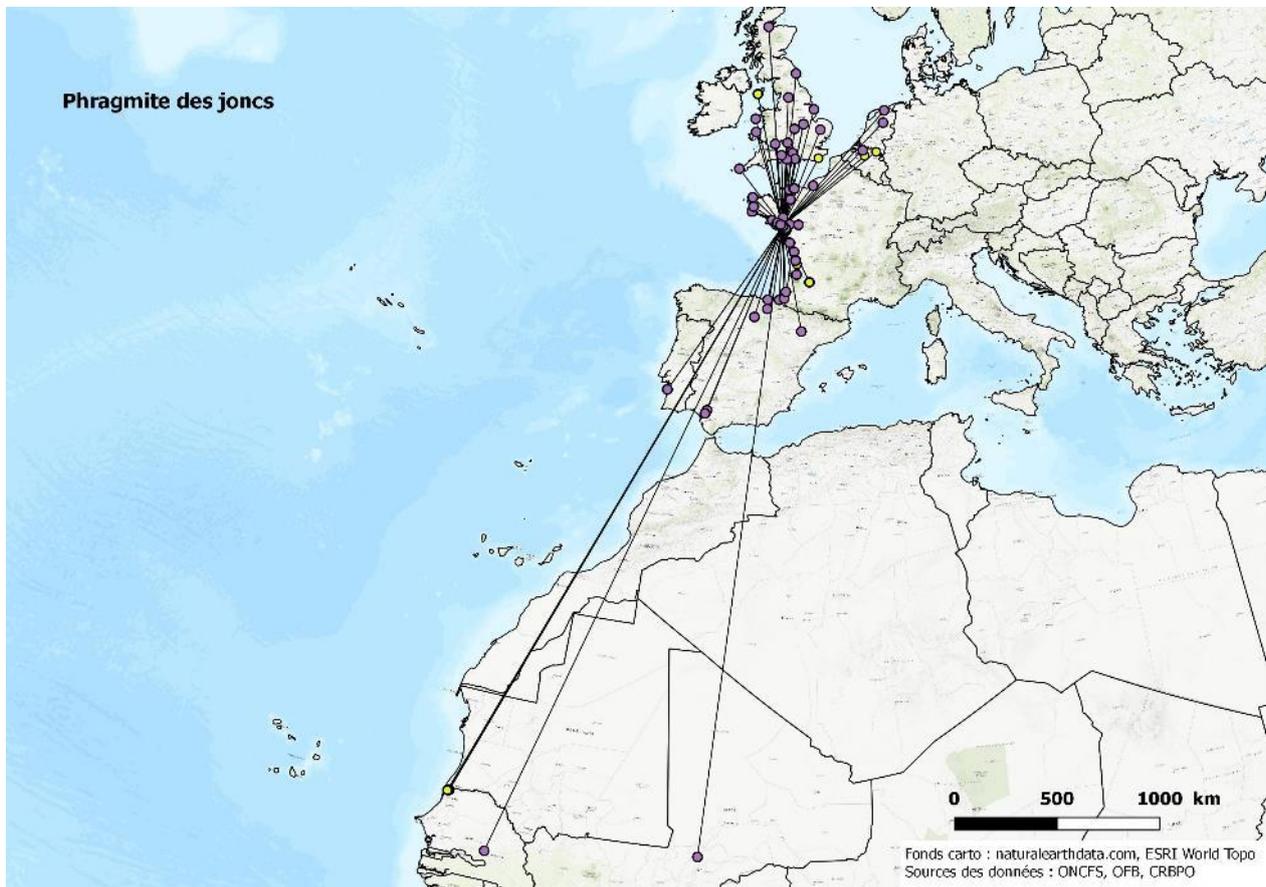


Figure 37. Carte des Phragmites de joncs bagués au Massereau et au Migron et contrôlés hors site

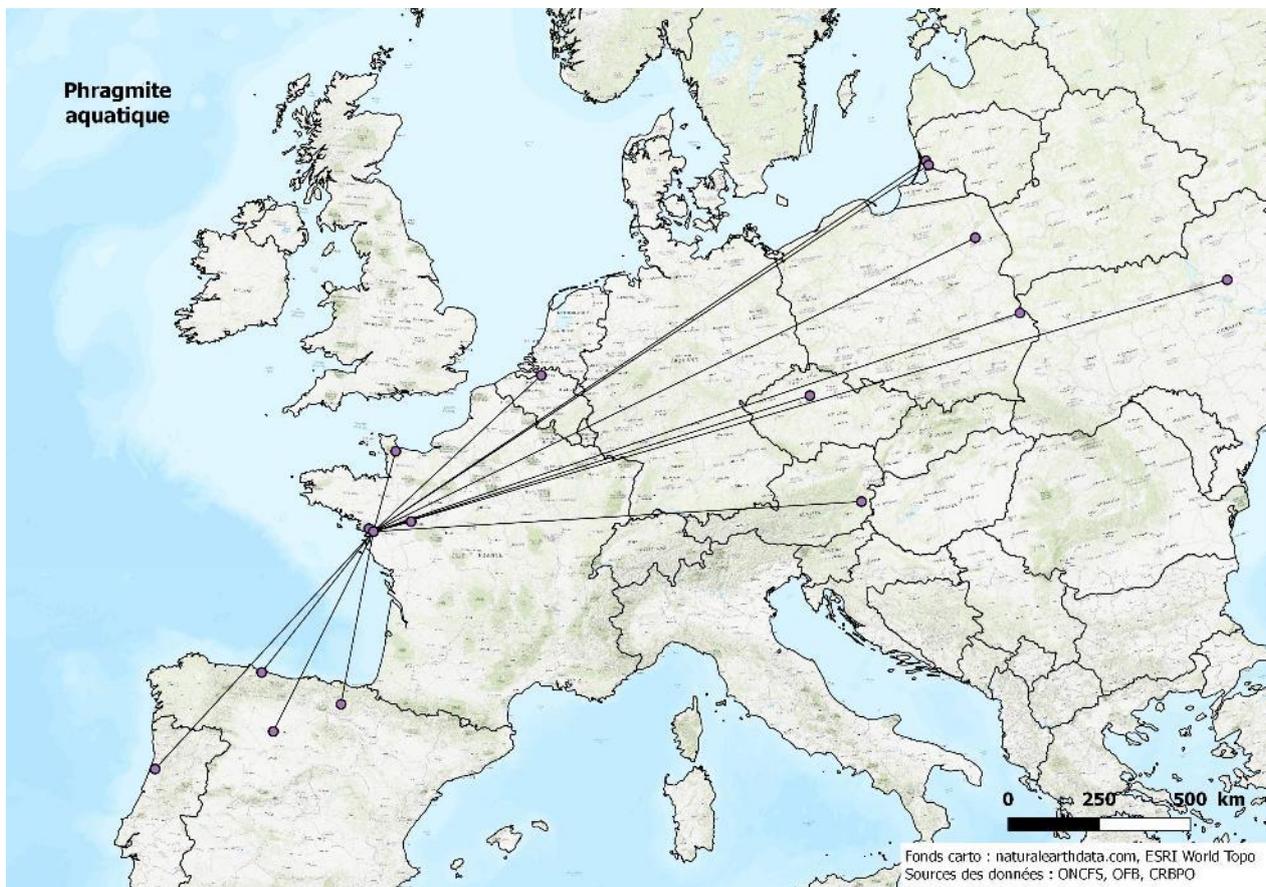


Figure 38. Carte des Phragmites aquatiques bagués au Massereau et au Migron et contrôlés hors site

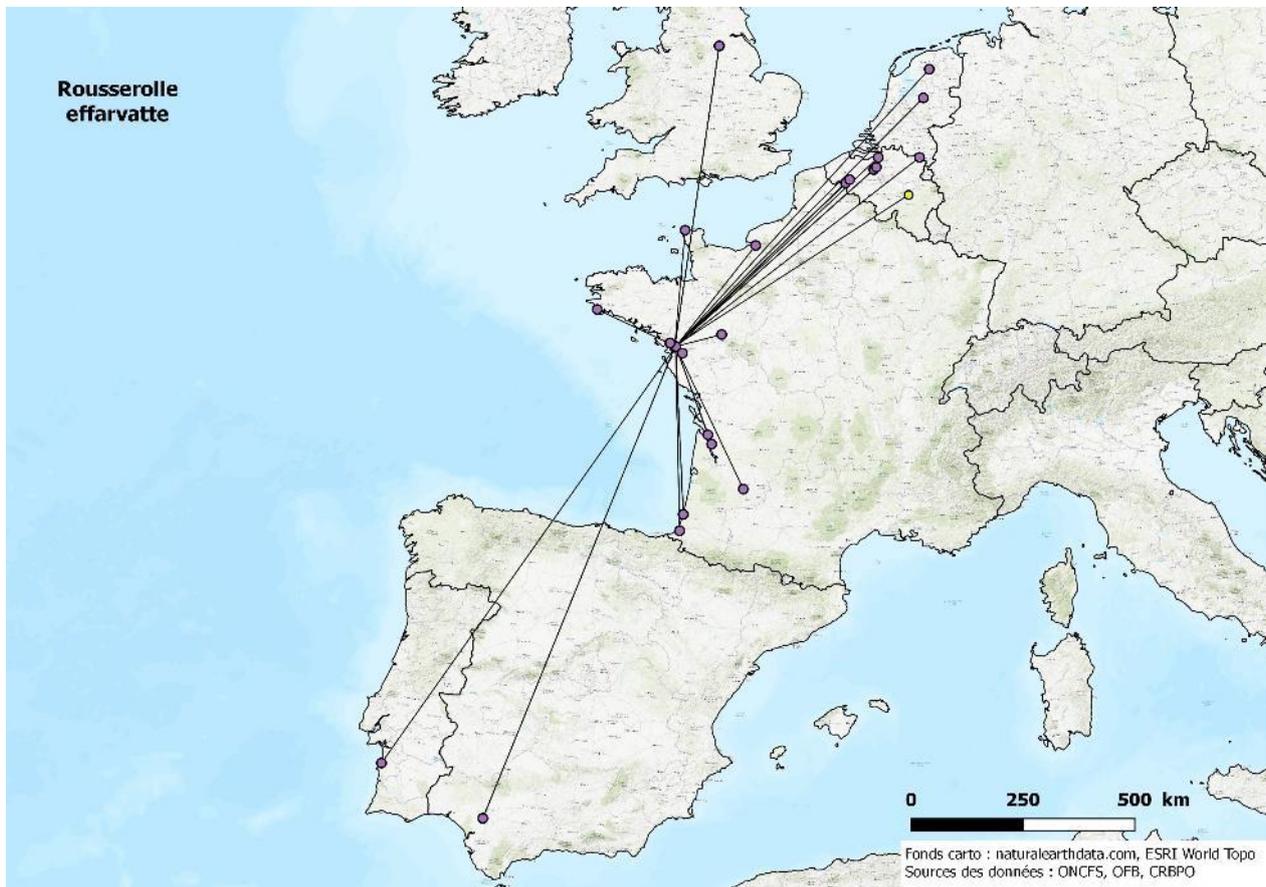


Figure 39. Carte des Rousserolles effarvates baguées au Massereau et au Migron et contrôlées hors site

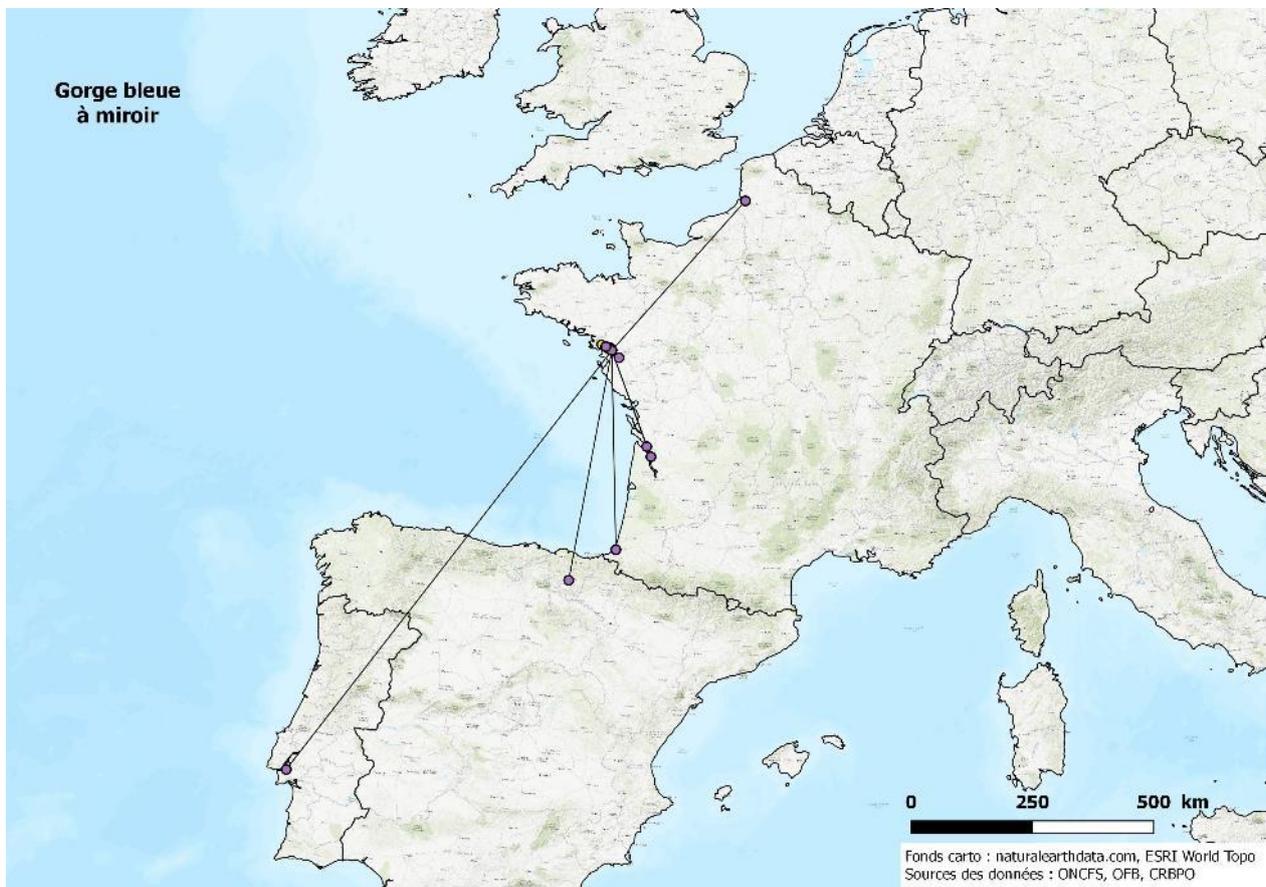


Figure 40. Carte des Gorgebleues à miroir baguées au Massereau et au Migron et contrôlées hors site

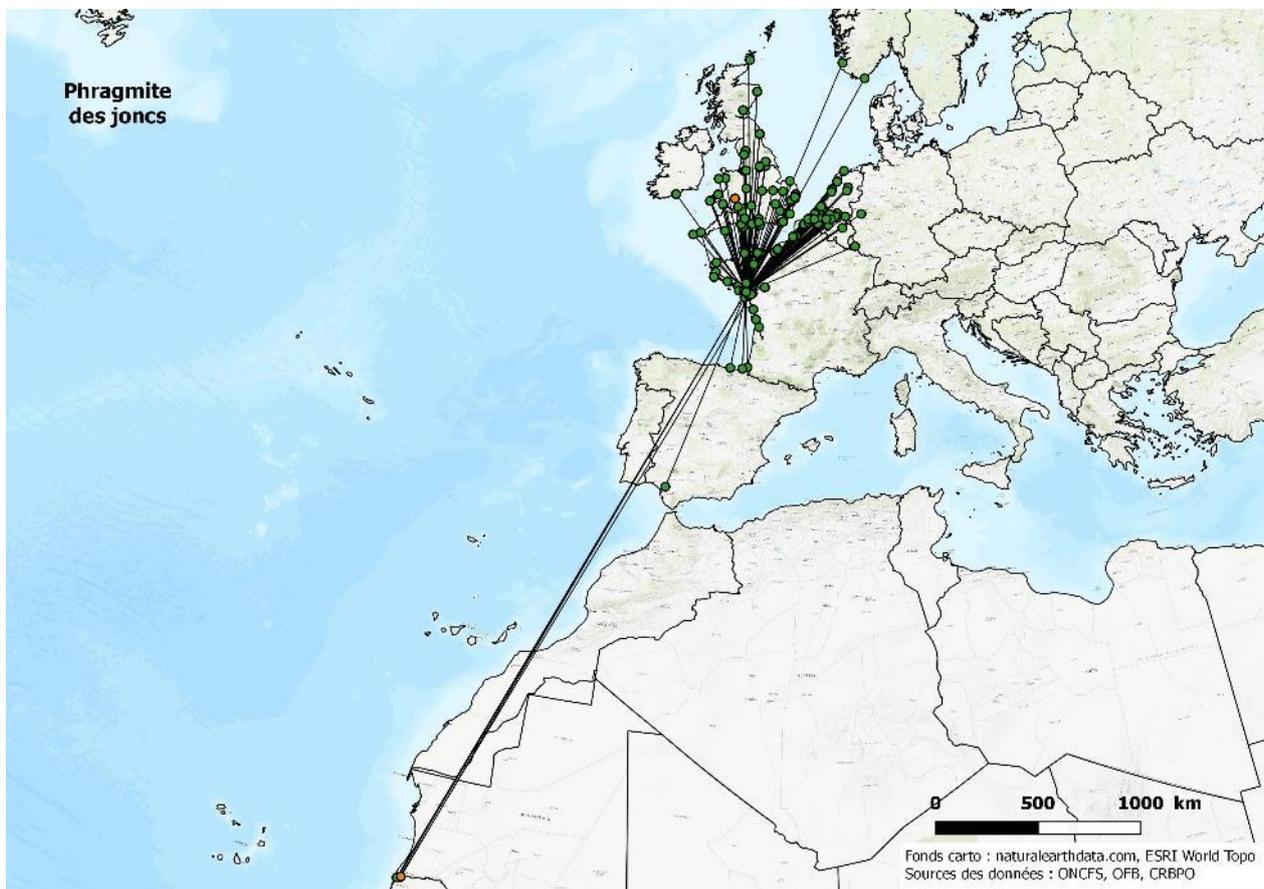


Figure 41. Carte des Phragmites de joncs bagués hors site et contrôlés au Massereau et au Mignon

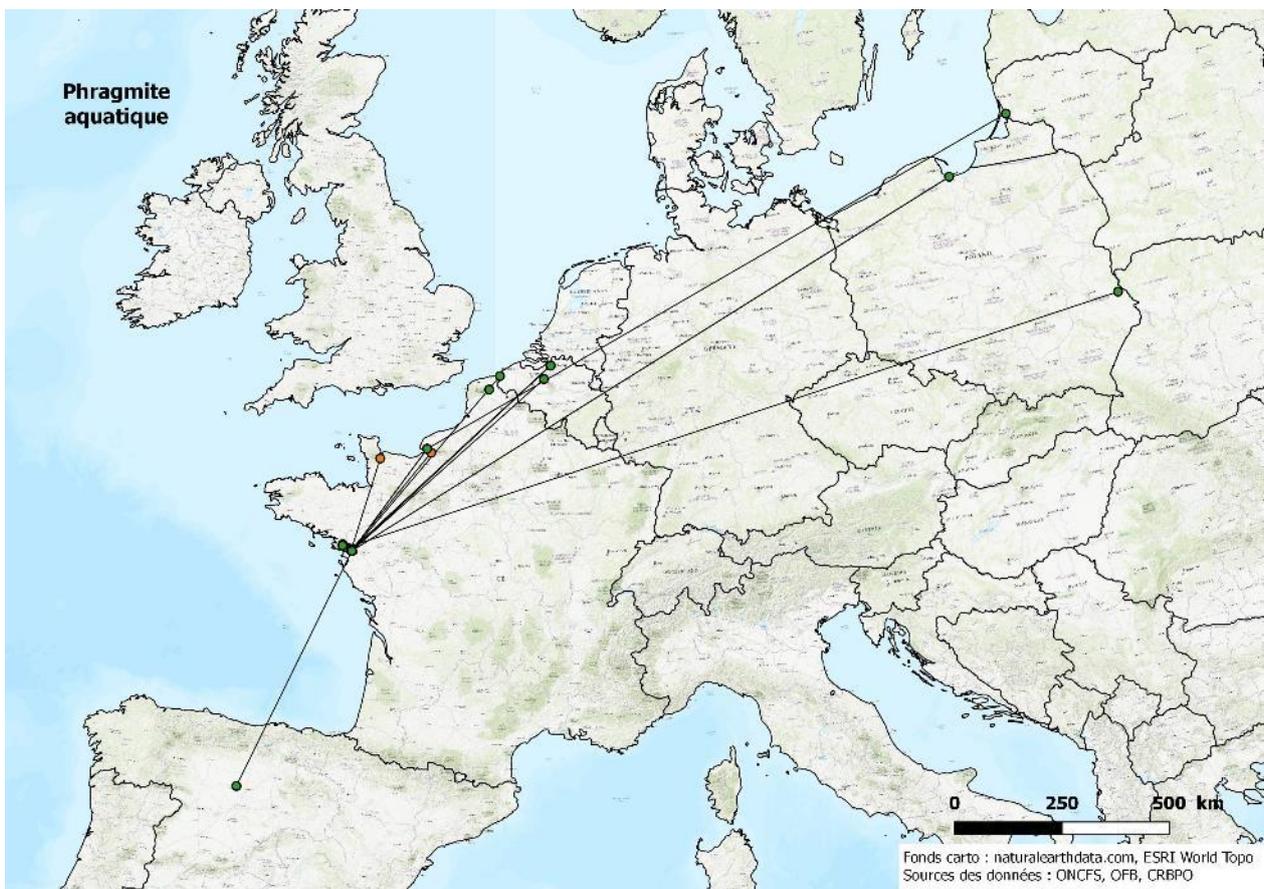


Figure 42. Carte des Phragmites aquatiques bagués hors site et contrôlés au Massereau et au Mignon

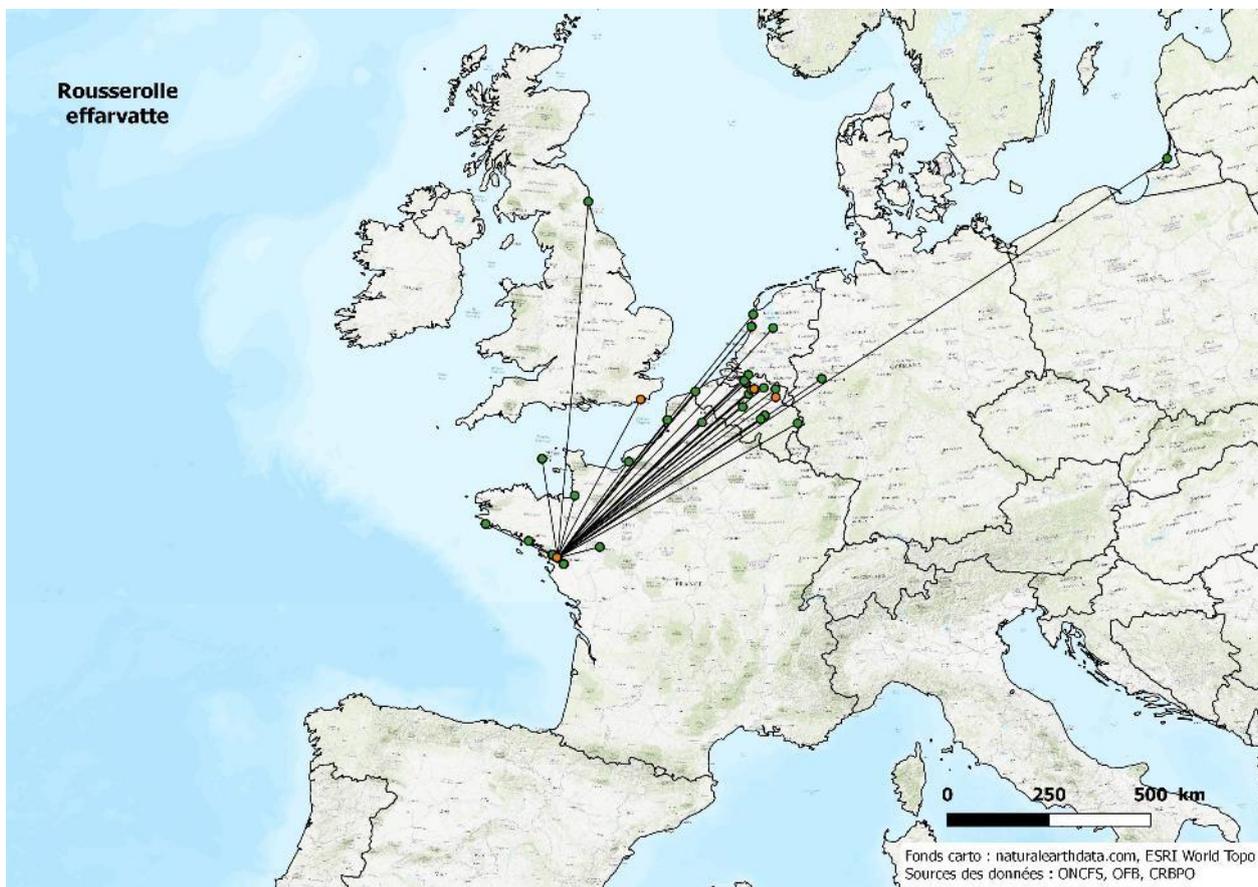


Figure 43. Carte des Rousserolles effarvates baguées hors site et contrôlées au Massereau et au Mignon

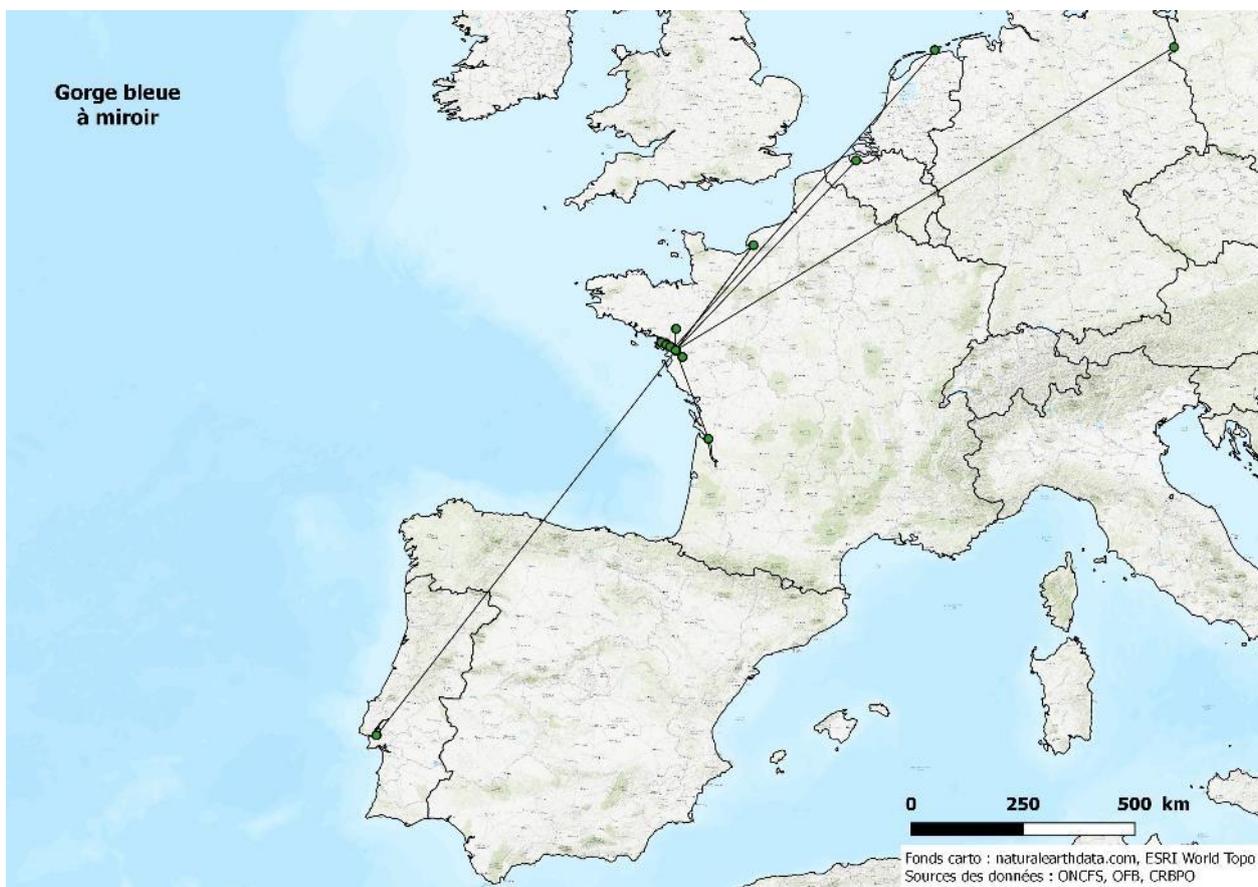


Figure 44. Carte des Gorgebleues à miroir baguées hors site et contrôlées au Massereau et au Mignon