

Rapport de stage

Master 2 Biodiversité, écologie et évolution

Sciences Sorbonne Université (Paris VI)



Parcours "Écologie de la Conservation – Ingénierie écologique :  
Recherche et Expertise" (Menu CONS)

Evaluation de l'effet du réseau des Réserves naturelles sur les  
tendances d'effectifs des populations d'oiseaux nicheurs  
communs en France métropolitaine sur les 15 dernières  
années



**STOC**  
SUIVI TEMPOREL DES OISEAUX COMMUNS



Réserves  
Naturelles  
DE FRANCE 

Maître de stage :  
Olivier GILG

Enseignant référent :  
Jean-Christophe LATA

Co-encadrement :  
Frédéric JIGUET (CESCO)  
Equipe Conservation et Restauration des Populations (CORPO)



## Remerciements

---

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé durant ce stage ainsi que celles qui m'ont apporté leurs conseils pour la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à mes encadrants de stage, Olivier Gilg et Frédéric Jiguet, sans qui ce travail n'aurait pu aboutir. Je les remercie pour leur accueil, leur disponibilité et leur partage de connaissances, indispensables à l'accomplissement des missions qui m'ont été confiées.

Je tiens vivement à remercier Benoît Fontaine (coordinateur national du programme STOC), Christian Kerbiriou, Romain Lorrillière, Karine Princé et Benjamin Yguel pour leur aide concernant les outils statistiques et la correction des modèles.

Je remercie aussi Hadrien Gens (coordinateur du programme STOC-EPS au réseau R.N.F), les conservateurs des Réserves naturelles de France, ainsi que Michel Chantereau pour le partage des données STOC-EPS.

Je tiens à remercier Tangi Corveler (responsable de stage), Robin Marguier et Augustin Roche pour l'aide, les conseils et le soutien tout au long de mon stage.

Merci à tous ceux qui assurent les suivis STOC sur le terrain que ce soit en Réserve naturelle ou au niveau national.

Enfin je tiens à remercier toute l'équipe de Réserves Naturelles de France pour son accueil et sa bonne humeur qui m'ont permis de réaliser ce stage dans d'excellentes conditions.

## Présentation de l'organisme d'accueil

---

Réserves Naturelles de France (RNF) est une association à but non lucratif créée en 1982 qui rassemble les organismes gestionnaires des Réserves naturelles (RN), les professionnels et les bénévoles en charge de la protection et de la gestion de ces espaces, des experts et organismes de la protection de la nature ainsi que les autorités de classement des Réserves naturelles (Etat et régions). RNF a pour objet la représentation du réseau des Réserves naturelles auprès de différentes instances, la centralisation des informations relatives aux Réserves naturelles, l'échange des expériences de conservation réalisées, la diffusion de l'information légale auprès des gestionnaires, etc... RNF fédère un réseau national de plus de 1000 professionnels de la nature (animateurs, gardes, conservateurs...), qui interviennent au sein de 348 Réserves naturelles gérées par plus de 221 organismes. Réserves Naturelles de France est soutenue par l'État, les Régions, divers mécènes et l'adhésion volontaire des gestionnaires. L'association s'appuie sur 3 missions :

- Protéger (conservation et police de la nature)
- Gérer (connaissance, gestion du patrimoine naturel)
- Faire découvrir (éducation à l'environnement)

RNF travail sur différentes thématiques réparties en sept commissions, dans lesquelles s'investissent les membres de RNF en fonction de leurs souhaits et de leurs compétences. La commission scientifique s'attache par exemple à étudier, évaluer et maintenir la diversité du patrimoine faunistique et floristique des Réserves naturelles présentes sur le territoire métropolitain et en outremer. C'est au sein de cette commission que ce stage a été réalisé.

Les RN sont un outil de protection très efficace puisqu'elles permettent de limiter ou d'interdire certaines activités humaines dans des sites à forte biodiversité. Les gardes, conservateurs et animateurs s'assurent de la protection légale, de la gestion des sites et de la communication avec le grand public. Ces réserves représentent une diversité de superficie (de 0,05 ha à 67,2 millions d'ha), d'habitats (des zones humides aux collines sèches) et d'espaces géographiques (maritimes ou terrestres). Il existe 3 statuts différents de RN. Les Réserves naturelles nationales (RNN) sont classées par décret, alors que les Réserves naturelles régionales (RNR) sont créées sur décision des régions. Les réserves naturelles de Corse (RNC) sont administrées depuis 2002 par la collectivité territoriale de Corse. Les Réserves naturelles forment donc un véritable réseau représentatif d'espèces et d'écosystèmes à forte valeur patrimoniale. Elles couvrent plus de 30 000 km<sup>2</sup> de nature préservée en métropole (678 105 km<sup>2</sup> au total). Le siège de l'association est situé à Dijon, dans le département de la Côte-d'Or.

# Sommaire

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 2  |
| I - Matériel et méthodes.....   | 6  |
| 1. Protocole d'échantillonnage et sites étudiés .....                     | 6  |
| 2. Récupération, nettoyage et mise en forme des données .....             | 7  |
| 3. Définitions, outils d'analyse statistiques et hypothèses .....         | 9  |
| A. Tendances par espèces et groupes spécialistes.....                     | 9  |
| B. Comparaison des tendances (Réserves naturelles vs. Hors-réserves)..... | 11 |
| C. Indices de communautés CTI/CSI/CTrI .....                              | 13 |
| D. Impact du changement climatique .....                                  | 14 |
| E. Un effet réserve qui se diffuse dans l'espace ? .....                  | 15 |
| II – Résultats .....  | 16 |
| 1. Tendances par espèce .....   | 16 |
| 2. Tendances des groupes indicateurs .....                                | 17 |
| 3. Tendances toutes espèces confondues.....                               | 19 |
| 4. Indicateurs de communauté .....  | 19 |
| 5. Impact du changement climatique.....                                   | 20 |
| 6. Effet tampon des réserves naturelles .....                             | 21 |
| III – Discussion .....  | 22 |
| 1. Récapitulatif des résultats principaux .....                           | 22 |
| 2. Groupes spécialistes .....   | 24 |
| A. Généralistes.....  | 24 |
| B. Spécialistes agricoles .....   | 24 |
| C. Spécialistes forestiers.....   | 26 |
| D. Spécialistes urbains .....   | 27 |
| E. Autres .....   | 27 |
| 3. Indicateurs de communautés.....  | 28 |
| A. CTI.....   | 28 |
| B. CSI .....  | 29 |
| C. CTrI .....   | 29 |
| 4. Impact du réchauffement.....   | 30 |
| 5. Effet positif des réserves et « zone tampon ».....                     | 30 |
| 6. Limites de l'étude .....   | 30 |
| Conclusion et applications en conservation.....                           | 31 |
| Bibliographie.....  | 33 |
| Annexes .....   | 38 |
| Résumé.....   | 46 |

## Introduction

Depuis plusieurs dizaines d'années on observe un déclin des populations allant des vertébrés jusqu'aux invertébrés (Régnier C, *et al.*, 2015) sur une grande partie du globe (Ceballos *et al.*, 2015 ; Ripple *et al.*, 2017). Les vertébrés (étant les plus documentés) montrent de forts taux d'extinctions et même les espèces n'étant pas considérées comme en situation préoccupante par L'UICN<sup>1</sup> montrent une chute des effectifs (Ceballos *et al.*, 2017). La principale cause de cette érosion de biodiversité : l'accroissement démographique de l'espèce humaine depuis les années 1950, qui a conduit notamment à l'expansion de l'agriculture intensive. Celle-ci a, d'une part, provoqué la fragmentation et la destruction d'habitat par son intensification et d'autre part utilisé à grande échelle de nombreux pesticides qui sont probablement responsables d'un déclin encore plus rapide des oiseaux de milieux agricoles (Teyssède *et al.*, 2004 ; Eng *et al.*, 2019 ; Hallman *et al.*, 2014 ; Boatman *et al.*, 2004).

Depuis la mécanisation de l'agriculture, de la sylviculture et l'expansion urbaine, les espaces naturels sont de plus en plus restreints impliquant une forte diminution et/ou fragmentation des habitats pour les espèces qui s'y reproduisent. D'après le Ministère de la Transition écologique et solidaire, sur les 55 millions d'hectares que compte le territoire français métropolitain (543 965 kilomètres carrés), 59 % sont aujourd'hui occupés par des activités agricoles (soit un peu plus de 28 millions d'hectares), 34 % par des espaces boisés, 6 % par des territoires artificialisés et 1 % par des surfaces humides (Atlas régional de l'occupation des sols en France, 2016).

La population française a augmenté de 9,3 millions d'individus (soit + 16 %) sur les 30 dernières années (INSEE, 2019). La part des surfaces artificialisées en métropole représente 9,3% du territoire, soit 5 millions d'hectares, avec une expansion moyenne de 1,3 % par an depuis 1992 (source : [gouvernement.fr](https://gouvernement.fr)<sup>2</sup>). Cette perte d'espaces naturels, ainsi que la fragmentation des habitats, impactent très fortement les espèces non anthropophiles (Hanski, 2005 ; Guetté *et al.*, 2017). Néanmoins, les conséquences sur la biodiversité ne sont pas uniquement dues à l'impact direct de l'Homme sur la nature. En effet, celui-ci, du fait de ses activités, impacte indirectement le climat de notre planète, par le rejet massif de gaz à effet de serre, créant un déséquilibre à l'échelle planétaire. Les conséquences du changement climatique

---

<sup>1</sup> Union Internationale pour la Conservation de la Nature (<https://uicn.fr>)

<sup>2</sup> <https://www.gouvernement.fr/indicateur-artificialisation-sols>

se font ressentir localement : pluies localisées (moins longues mais plus intenses), des épisodes de fortes chaleurs plus fréquents, etc., ce qui entraîne parfois un déplacement des populations de certaines espèces sensibles à ces changements (Harris et Pimm, 2008).

Ces différents facteurs (anthropisation des milieux naturels, réchauffement climatique, etc.), ont un impact plus ou moins fort sur la répartition des cortèges d'espèces, et par conséquent sur la biodiversité des sites. Chez les oiseaux, les espèces réagissent différemment selon leurs exigences écologiques (grande variété de régimes alimentaires, de niches climatiques, de types d'habitats de reproduction, de traits d'histoire de vie, etc.). À ce titre, ce taxon représente un excellent indicateur de la santé des écosystèmes. En France métropolitaine, 284 espèces d'oiseaux nicheurs ont fait l'objet d'une étude par l'UICN en 2016. 50 % des espèces sont classées en « préoccupation mineure », 15 % comme « quasi menacées », 16 % comme « vulnérables », 10 % sont en « danger », 6 % sont en « danger critique » et 5 espèces (2 %) ont d'ores et déjà disparues de métropole (La Liste rouge des espèces menacées en France - Oiseaux de France métropolitaine, 2016).

L'extinction des espèces n'est pas un phénomène récent, cinq grandes extinctions ont eu lieu durant les 600 derniers millions d'années. Cependant, au cours des 50 dernières années, les modifications au niveau des écosystèmes furent plus rapides et plus extensives que sur aucune autre période comparable de l'histoire de l'humanité avec de forts taux d'extinctions allant des invertébrés (Régnier C, *et al.*, 2015) aux mammifères (Ceballos *et al.*, 2017). Ce sont les conséquences d'une croissance rapide, et donc d'une grande demande en matière de nourriture, d'eau douce, de bois de construction, de fibre, et d'énergie (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Ces déclin sont d'autant plus préoccupants aujourd'hui qu'ils ne touchent plus seulement les espèces rares, mais également les espèces communes (Gaston, 2010 ; Inger *et al.*, 2015). Selon les résultats du Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), la France métropolitaine aurait perdu globalement 15 % de ses oiseaux communs depuis 1989 (vigienature.fr). Face à ce déclin majeur, plusieurs réglementations ont vu le jour sur le territoire. Actuellement, un des outils majeurs de conservation de la biodiversité est la mise en place d'espaces protégés, comme par exemple, les réserves naturelles.

Les espaces protégés en Europe ont été créés pour préserver des espaces et des espèces patrimoniaux souvent rares qui voient leur effectifs augmenter grâce aux efforts de conservation (Inger, 2014). La stabilisation des habitats et de leur gestion pourrait cependant y favoriser l'ensemble des espèces qui y vivent, y compris les plus communes (Devictor *et al.*, 2007 ; Pellissier *et al.*, 2013), lesquelles sont souvent mises à mal dans les espaces ordinaires du fait

du changement d'utilisation des terres et principalement de l'intensification des pratiques agricoles (Donald *et al.*, 2006 ; Le Viol *et al.*, 2012).

Les Réserves naturelles de France sont au nombre de 348, et protègent 678 105 km<sup>2</sup> de nature (surface terrestre = 2 % des aires protégées mondiales). En tant qu'outil réglementaire, les RN constituent un dispositif majeur pour la stratégie nationale de création d'aires protégées (SCAP) et la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) dans le cadre de la convention sur la diversité biologique (CDB). Aujourd'hui, les RN contribuent à 25 % de la SCAP, soit près de 2000 km<sup>2</sup> de surface terrestre protégée en métropole (RNF, 2019). Ces zones protégées sont souvent mises en place pour une espèce phare (intérêt faunistique ou floristique), contribuant ainsi au maintien d'autres espèces.

Aujourd'hui, nous avons besoin de connaître l'efficacité de ces aires protégées (réserves naturelles, Natura2000 etc.). En France, plusieurs études comme Devictor *et al.* 2007, Pellissier *et al.* 2013 (importance du réseau Natura2000), Gaüzère *et al.* 2015 (importance des aires protégées dans l'atténuation des effets du changement climatique chez les communautés d'oiseaux en France), visent à évaluer cette efficacité pour une meilleure désignation, gestion de ces zones, et surtout répondre aux objectifs de biodiversité d'Aichi qui arrivent à échéance en 2020.

En utilisant les données collectées selon le protocole STOC (Suivi Temporel des Oiseaux Communs) dans 81 Réserves naturelles et 1933 sites nationaux, nous avons tenté de répondre aux questions suivantes :

- Faire un état des lieux des espèces communes en réserves naturelles (RN) et hors réserves<sup>3</sup> en calculant pour chacune d'entre-elles les variations temporelles d'abondance pour apprécier les proportions d'espèces en déclin ;
- Comparer les abondances relatives et les tendances des effectifs des oiseaux communs entre sites en réserves naturelles et hors réserves naturelles. Premièrement une comparaison portant sur les groupes indicateurs (spécialistes agricoles/urbains/forestiers et généralistes) puis une comparaison toutes les espèces confondues ;
- A l'échelle des communautés, la comparaison se porte sur différentes métriques développées à partir de données standardisées (indice trophique, spécialisation à

---

<sup>3</sup> Hors-réserves = Tout carré en France métropolitaine ne se situant pas dans les Réserves naturelles (hors Corse, car un seul carré a été suivi durant une seule année dans cette région)



l'habitat, au climat). Pour mettre en évidence un éventuel effet bénéfique de ces espaces protégés sur la structure des communautés d'oiseaux, nous avons testé les différences dans les tendances des indices de communauté entre les sites, à l'intérieur, et à l'extérieur des réserves.

L'objectif de cette étude est ainsi de valoriser les données recueillies par les réserves depuis 2001 et d'évaluer l'impact de la protection et de la gestion des milieux naturels sur les tendances d'évolution des populations d'oiseaux communs. Il s'agira tout d'abord de rappeler les principes méthodologiques d'échantillonnage et des test statistiques utilisés, on posera ensuite les hypothèses sur ce qu'on attend des tendances et on finira sur les analyses de tendances et les discussions des résultats afin d'évaluer la validité des hypothèses.

# I - Matériel et méthodes

## 1. Protocole d'échantillonnage et sites étudiés

En France, un programme de Suivi Temporel des Oiseaux Communs a été initié en 1989 par le Muséum National d'Histoire Naturelle – Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (MNHN-CRBPO), inspiré par la méthode de suivi des oiseaux nicheurs nord-américains (Sauer *et al.*, 1997). C'est le programme de Vigie-Nature le plus ancien, qui a généré le plus de publications scientifiques, avec un grand nombre de bénévoles impliqués et des résultats qui sont mis à jour

chaque année et disponibles en ligne sur le site internet du programme de sciences participatives<sup>4</sup>. Le STOC-EPS (échantillonnages ponctuels simples) permet de suivre l'abondance des espèces dans des carrés de 4 km<sup>2</sup> tirés aléatoirement sur un rayon de 10 km autour de la zone d'habitation de l'observateur. Sur chaque parcelle (carré), les volontaires (ornithologues qualifiés) relèvent chaque espèce entendue ou vue pendant 5 min précises sur 10 points (représentatifs des habitats du carré) séparés d'au moins 300 m, à 2 reprises chaque printemps, à au moins 4 semaines d'intervalle, avant et après la date charnière du 8 mai, pour assurer la détection des reproducteurs précoces et tardifs. Pour les carrés situés à plus de 800 m d'altitude, la date charnière est repoussée au 15 mai. Pour chaque point du carré, les comptages sont réalisés dans le même ordre, approximativement à la même date entre les années ( $\pm 7$  jours) et à l'aube (1 à 4 heures après le lever du soleil) par un seul observateur (toujours le même pour un carré donné) et dans des conditions météorologiques favorables (Julliard et Jiguet, 2002). En réserve naturelle, ce protocole est effectué de la même façon, à la seule différence que le nombre de points d'écoute peut être supérieur à 10 selon la taille de la réserve naturelle, et la

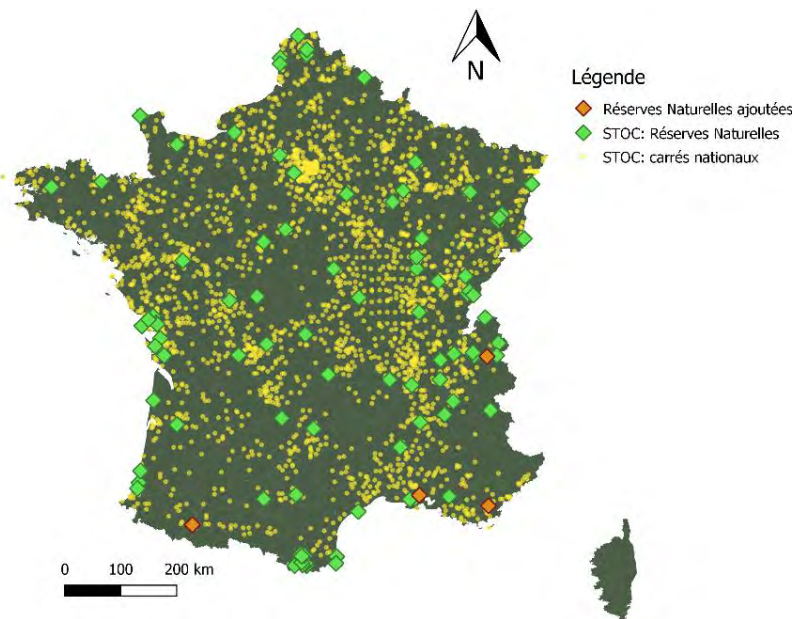


Figure 1 : Emplacement des sites appliquant le STOC en métropole depuis 2001 (en vert clair : les Réserves naturelles de France (n= 94) /en jaune : les carrés nationaux hors-réserve (n=2468)/en orange: les carrés nationaux situés dans les réserves (n=4)

<sup>4</sup> <http://www.vigienature.fr/fr/observatoires/suivi-temporel-oiseaux-communs-stoc/resultats-3413>

position des points d'échantillonnage est décidée par le gestionnaire de la réserve. Pour chaque espèce et chaque année, l'abondance maximum par point entre les deux passages est retenue et la somme de ces abondances maximales sur les dix points est retenue comme l'abondance de l'espèce pour l'année dans le carré donné. A partir de ces données, indice d'abondance annuel est donc calculé pour chaque espèce et les tendances des effectifs sont estimées.

Ce suivi nous permet d'évaluer les tendances d'évolution des effectifs de différentes espèces communes nicheuses de France à l'échelle régionale ou nationale sur une période donnée. Ce programme a débuté en 1989, ce qui permet aujourd'hui d'avoir des estimations fiables sur les tendances au long terme pour une centaine d'espèces d'oiseaux communs. Le réseau RNF a débuté ce protocole dès 2001 et comptabilise à ce jour plus de 1400 heures d'écoute ( $\approx 3\ 400$  heures de terrain) sur 94 réserves en métropole (Figure 1)

## 2. Récupération, nettoyage et mise en forme des données

Après un appel au réseau en février 2019, toutes les données brutes du STOC-EPS des réserves naturelles de 2001 à 2018 ont été rassemblées. Ces données comprennent plus de 200 000 observations qui ont été réalisées sur 97 sites (certaines réserves peuvent suivre 2 sites d'échantillonnage selon leur superficie), correspondant à 282 espèces d'oiseaux contactées

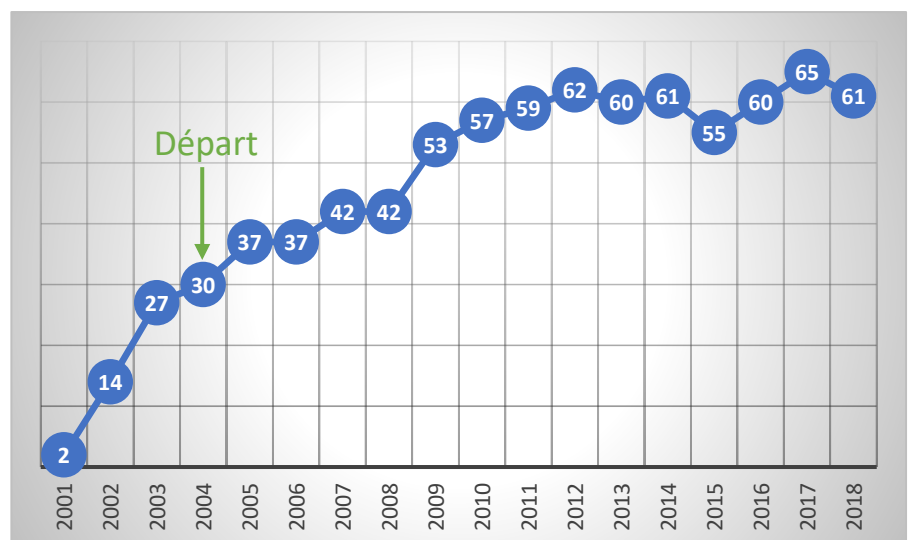


Figure 2 : Courbe d'occurrences : suivi du nombre de réserves échantillonnées par année de 2001 à 2018

depuis 2001. Une des plus grosses étapes de ce stage a été le tri de ces données ( $\approx 2$  mois). Les erreurs dans les fichiers de saisies (tels que des passages manquants, saisies de dates, de codes espèce, etc.) ont été corrigées en contactant l'observateur pour obtenir les informations manquantes. Si l'information cherchée venait à manquer après récupération de toutes les données, la donnée incomplète était gardée mais pas prise en compte dans l'étude. L'ensemble des données a ensuite été mis en forme à l'aide d'un script R automatique développé au cours du stage afin de limiter les erreurs de manipulation sous un tableur et de permettre une mise en forme plus rapide des données pour de futures analyses par les membres du réseau. Ainsi le jeu

de données final présente les espèces contactées (codes espèces 3x3 STOC-EPS : CRBPO), l'abondance (somme des maximums d'observation sur les deux passages) pour chaque année et le site correspondant.

Le nombre de données provenant des RN était en augmentation jusqu'en 2012, puis s'est stabilisé jusqu'à aujourd'hui (moyenne de 60 réserves suivies par année depuis 2012 ; Figure 2). La majorité des réserves ayant commencé le suivi en 2003, cette année n'a pas été retenue dans les analyses étant considérée comme une « année d'essai » pour la plupart des réserves et risquant d'introduire un biais dit « de première année », où l'inexpérience du protocole favorise les erreurs et les données erronées. L'année 2004 a donc été choisie comme année de départ pour les analyses afin de réduire cet effet « apprentissage » (Jiguet *et al.*, 2009).

Certaines RN ont augmenté leur nombre de points EPS au cours des années pour diverses raisons (échantillonner d'autres types d'habitats par exemple). Cette augmentation du nombre de points d'écoute pourrait influencer les analyses en augmentant artificiellement les effectifs. Les nouveaux points sont donc considérés à part dans un nouveau site. C'est par exemple le cas pour la réserve naturelle de l'étang du Cousseau, déclinée en deux sites distincts numérotés différemment.

A l'aide d'un logiciel SIG libre (Qgis), un croisement a été fait entre la couche des carrés nationaux et la couches des RN afin de détecter si des carrés nationaux se trouvaient dans les périmètres des réserves. Les carrés nationaux sont donc considérés comme « sites réserves naturelles » si leur proportion de points situés en RN dépasse les 50% (> 5 points = ajout complet du carré national au jeu de données des RN). Ainsi, 4 réserves (voir liste en Annexe 1) possédaient des données provenant de la base de données nationale.

Les valeurs aberrantes concernant les **dates** et les **heures** ont été corrigées (ex : si des écoutes sont faites l'après-midi sur un site donné, alors on garde uniquement le passage fait aux bonnes heures). Concernant les **comptages**, une formule de correction a été appliquée, avec un maximum de comptage possible pour chaque espèce selon la distribution nationale : les effectifs pour un point d'écoute (5 min) sont alors bridés par rapport à la distribution des effectifs de l'espèce au niveau national avec une marge de + 50 %. On émet donc l'hypothèse qu'il existe pour chaque espèce un maximum de contacts par écoute de 5min pour éviter les saisies aberrantes. Les comptages « en vol » sont généralement éliminés pour chaque espèce (hypothèse : individus uniquement de passage qui ne sont pas résidents du point). Cependant il peut y avoir quelques exceptions concernant les espèces souvent vues en vol (liste : Martinet

noir (*Apus apus*), Hironnelle de rivage (*Riparia riparia*), Hironnelle rustique (*Hirundo rustica*), Hironnelle de fenêtre (*Delichon urbicum*), Martinet à ventre blanc (*Tachymarptis melba*), Epervier d'Europe (*Accipiter nisus*), Buse variable (*Buteo buteo*), Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*)), où les observations en vol sont prises en compte. Pour 5 espèces (liste : Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), Tarier des prés (*Saxicola rubetra*), Pipit farlouse (*Anthus pratensis*), Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*), Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*)), le maximum des effectifs est obligatoirement au deuxième passage, car ce sont des migrateurs dont le premier passage est connu pour être un passage migratoire.

Les espèces trop rares sont difficilement analysables, car leurs tendances sont très sensibles : un faible gain ou perte d'effectif peut entraîner de fortes variations, souvent irréalistes. C'est pourquoi toutes les espèces dont les effectifs totalisaient moins de 100 individus sur l'ensemble des années du suivi, n'ont pas été prises en compte.

Les proportions d'habitats entre les sites hors-réserves et les sites en réserve étant très différentes, il est impératif d'intégrer les types d'habitats de chaque carré dans les modèles en utilisant une typologie simplifiée. Les habitats par site sont sélectionnés par rapport au pourcentage de recouvrement : calcul réalisé à partir du croisement avec la couche Corine Land Cover (2012). Les habitats principaux sont les suivants : « milieux agricoles », « milieux forestiers », « milieux humides » et « milieux ouverts ». Deux autres catégories sont utilisées : « mixte » (si pas d'habitat dominant au sein du carré, c'est-à-dire aucun habitat > 50 % de recouvrement du carré) et « autres » qui représentent les habitats non communs (ex : « habitats urbains » présents uniquement hors-réserve). Un tableau montrant la sélection des habitats par rapport à la nomenclature Corine Land Cover est présent en Annexe 2.

### 3. Définitions, outils d'analyse statistiques et hypothèses

#### A. Tendances par espèces et groupes spécialistes

Dans le but d'analyser indépendamment les tendances des oiseaux communs en réserve et hors réserve, un script R disponible sur le site [Vigie-Nature](http://vigie-nature.fr)<sup>5</sup> a été utilisé (Lorrillière et Gonzalez., 2016). Ce script utilise un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une loi quasi-poisson (les données de comptages suivent une loi de poisson et la quasi-poisson sert à limiter la surdispersion des données), s'exprimant de la façon suivante :

---

<sup>5</sup> [www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/atoms/files/analysestoceps\\_0.zip](http://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/atoms/files/analysestoceps_0.zip)

*Glm (effectif) ~ carré + année*

C'est-à-dire en modélisant les variations d'effectifs en fonction du carré (ou réserve) et de l'année qui est prise en facteur<sup>6</sup> afin de calculer les variations interannuelles d'abondances. Il permet donc d'obtenir une estimation de l'évolution temporelle des abondances pour chaque espèce. Appliqué aux effectifs des espèces groupées en fonction de leur spécialisation à l'habitat, ce modèle permet également d'obtenir des indicateurs pluri-spécifiques des tendances temporelles des spécialistes habitat (<http://www.vigienature.fr/fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-especes-habitat>). Les appartenances aux groupes sont choisies selon l'affinité des espèces aux habitats, à partir de la répartition des effectifs dénombrés par le STOC. Pour résumer, si une espèce s'avère être plus abondante dans un habitat que ce que prédirait une répartition homogène dans les trois habitats, alors elle est dite spécialiste de cet habitat. A l'inverse si une espèce ne présente pas de biais de répartition entre les habitats, elle est alors classée parmi les espèces généralistes. Au total, 75 espèces sont utilisées pour construire des indicateurs (Annexe 3). La première année est fixée arbitrairement à 1, les coefficients des années suivantes représentent les variations d'abondances par rapport à l'année de référence. Des tests statistiques permettent de déterminer si les variations d'effectifs sont statistiquement significatives, c'est à dire qu'elles ne sont pas le fait du hasard. Ces variations sont significatives lorsque l'on estime à moins de 5 % le risque qu'elles puissent être le fruit du hasard ( $p\text{-val} < 0,05$ ). Les indicateurs concernant les spécialistes d'habitats combinent les indices d'abondance des espèces appartenant au même groupe. Pour calculer la valeur de l'indicateur pour le groupe  $g$  à une année  $t$ , la moyenne géométrique<sup>7</sup> des indices des espèces concernées pour l'année  $t$  est calculée, ce qui donne l'indice du groupe  $g$  à l'année  $t$ .

Ainsi, les tendances sont définies par rapport à la pente de la régression : une espèce en déclin a une tendance linéaire négative significative ( $p\text{-val} < 0,05$ ), une espèce en augmentation a une tendance linéaire positive significative ( $p\text{-val} < 0,05$ ), et une espèce dite stable a une tendance linéaire non significative sur la période étudiée ( $p\text{-val} > 0,05$ ). Six catégories de tendances sont donc définies (forte augmentation, augmentation modérée, stable, incertain, déclin modéré, fort

---

<sup>6</sup> Pour estimer la tendance générale (pourcentage de variation) sur la totalité de la durée du suivi, la variable année est prise en tant que variable continue.

<sup>7</sup> La moyenne géométrique est calculée en fonction du poids de chaque espèce du groupe. Une espèce ayant une médiane d'occurrence trop faible (<14) sur la période considérée aura **moins de poids** qu'une espèce ayant une occurrence plus élevée (estimation des variations d'abondance plus fiable). Un poids nul est attribué aux valeurs infiniment proches ou égales à zéro (variations d'abondance non cohérentes car moyenne géométrique nulle si une seule espèce du groupe indique des effectifs nuls à une année donnée).

déclin) selon la classification de l'European Bird Census Council (Annexe 4). Ainsi certaines espèces présentant des occurrences insuffisantes (présence dans moins de 14 carrés en moyenne par an), ou des effectifs trop fluctuants (intervalle de confiance trop grand), tombent dans la catégorie « tendances incertaines » et ne seront pas présentées dans les résultats de ce rapport.

#### B. Comparaison des tendances (Réserves naturelles vs. Hors-réserves)

Afin de mettre en évidence un potentiel effet des RN sur les tendances temporelles des oiseaux communs, les différences de tendances d'abondance ont été comparées pour les sites hors-RN et au sein des RN pour 3 groupes spécialistes d'habitats (forestiers (n = 22), agricoles (n = 22), bâtis (n = 13)), pour un groupe de généralistes (n = 14) et pour toutes les espèces d'oiseaux communs observées entre 2004 et 2018 (n = 156).

Les GLMs ont été utilisés pour décrire les variations d'effectifs au cours du temps et permettent donc de comparer les tendances de ces effectifs en RN et hors-RN (d'après les pentes de régression qui nous indiquent si une différence significative existe). Dans ce cadre, cinq modèles ont été ajustés aux données : un modèle pour chaque groupe de spécialistes, un modèle pour les généralistes et un modèle pour l'ensemble des 156 espèces communes.

#### Choix des variables explicatives et modèles utilisés

Les GLMs avec une loi de Poisson (lien log) ont été utilisés pour décrire les variations d'effectifs au cours du temps. Ils se notent de la manière suivante :

***Effectifs ~ Localisation \* année + habitat + (1|année) + (1|carré/espèce) + nombre de points + latitude + longitude, family = poisson (ou nbinom)***

- Nous cherchions à estimer un effet dans le temps du statut de protection des réserves naturelles, d'où l'interaction *localisation (RN/Hors-RN) \* année* en effet fixe.
- Un effet aléatoire « année » pour prendre en compte la variabilité interannuelle dans les observations, autre que la tendance temporelle de l'abondance ;
- Un effet aléatoire emboîté "espèce dans carré"<sup>8</sup> pour prendre en compte le fait que l'observation de chaque espèce est dépendante du site suivi, donc que les observations spécifiques varient entre sites ;

---

<sup>8</sup> Si le carré est considéré en effet fixe, le modèle calcule la moyenne pour chaque carré : il y a inflation du nombre de degrés liberté (ddl), c'est-à-dire une perte de puissance pour l'estimation de la tendance. De plus, on ne cherche pas à connaître la différence entre chaque carré STOC, on veut juste une moyenne au niveau des RN. C'est pour cela que le carré est considéré en tant que variable aléatoire.

- Test de la sur-dispersion : Les données de comptages suivent une loi de poisson, cependant quelques fois pour ce genre de données, il y a une sur-représentation des zéros (en effet si une espèce n'est pas présente elle est quand même représentée par un « 0 »). Cette inflation de comptages nuls apporte des problèmes de sur-dispersion des données, il y a une sur-représentation des zéros par rapport à ce qui est attendue selon la distribution de Poisson classique. Les problèmes engendrés par cette sur-dispersion sont les suivantes : estimations de l'erreur standard sous-estimée, de la statistique du khi-deux surestimée et donc la p-value déclarée significative alors qu'elle ne l'est pas (Gardner *et al.*, 1995), c'est-à-dire un effet réserve alors qu'il n'y en a pas. Ainsi, Pour chaque modélisation, la sur-dispersion est testée : si le rapport déviance résiduelle/ddl  $> 1,5$ , alors le problème est corrigé en utilisant une négative binomiale (nbinom) ;
- Test de l'autocorrélation spatiale : Quand la variable de réponse (comptage) est spatialement auto-corrélée, l'hypothèse (la plus importante) d'indépendance des échantillons n'est plus respectée. Encore une fois, le principal effet de cette violation d'hypothèse est que l'erreur standard est sous-estimée, ce qui diminue artificiellement la p-value (Zuur *et al.*, 2009). Ce type de violation peut être résolu en incorporant une structure de dépendance spatiale (c'est-à-dire en prenant en compte les coordonnées) entre les observations dans le modèle (Zuur *et al.*, 2009). Le semi-variogramme est l'outil qui a été utilisé ici et qui a permis de visualiser la présence ou non de corrélation spatiale entre des observations. En d'autres termes, on cherche à évaluer si les valeurs des observations ont une organisation particulière dans l'espace, c'est à dire si elles suivent un patron spatial particulier (ex : comptages au nord se ressemblent plus entre eux que les comptages au sud). Une légère corrélation spatiale a été détectée. De plus, après vérification selon le critère d'AIC<sup>9</sup>, le modèle comprenant les 2 paramètres de coordonnées est plus pertinent que celui sans les coordonnées. Les coordonnées ont donc été ajoutées comme variables explicatives dans le modèle ;
- Altitude : Parmi les réserves impliquées dans l'étude, près d'un quart d'entre elles se situent à plus de 800 m d'altitude (moyenne = 414 m), cette différence d'altitude (moyenne nationale = 225 m) pourrait certainement influencer les effectifs (même si la

---

<sup>9</sup> AIC (Akaike's Information Criterion) : critère de sélection permettant de comparer la pertinence relative de modèles (Lebreton *et al.* 1992). C'est un critère de parcimonie prenant en compte le compromis entre la déviance expliquée par le modèle et nombre de paramètres du modèle. Le modèle ayant le plus petit AIC est donc le modèle expliquant le mieux la variation observée au sein des données avec le moins de paramètres possibles.



période de comptage est repoussée au-delà de 800m), c'est pour cela que cette variable a été prise en compte dans les modèles.

Le package R *GlmmTMB* (Brooks *et al.*, 2017) a été utilisé pour ces analyses. C'est un package flexible et rapide permettant de modéliser les données de comptage avec inflation de zéros à l'aide de modèles mixtes (effets aléatoires + fixes). On s'attend en moyenne à une diminution des effectifs des oiseaux communs hors des réserves. Cette chute des effectifs devrait être moins forte ou absente au sein des RN.

### C. Indices de communautés CTI/CSI/CTri

Afin d'évaluer la « santé » des communautés d'oiseaux dans les RN et de les comparer au niveau national, 3 indices ont été utilisés : l'indice thermique (CTI), l'indice de spécialisation (CSI) et l'indice trophique (CTri).

**Community Thermal Index (CTI) :** Cet indice, calculé à partir d'indices de spécialisation thermique spécifiques, permet de suivre l'évolution des communautés en termes de composition en espèces à optimum thermique fort ou faible (Devictor *et al.*, 2008). Cet indice correspondant à la moyenne des STI<sup>10</sup> de chaque individu appartenant à la communauté. Il s'agit d'un outil intéressant pour décrire la composition d'une communauté en termes de proportions d'espèces septentrionales ou méridionales. La hausse du CTI étant fortement corrélée à la hausse des températures (Gaüzère *et al.*, 2015), cet indice permet de suivre l'évolution de la composition des communautés chaque année et peut être mis en relation directe avec le réchauffement climatique. Il permet de suivre le changement de composition d'une communauté au cours du temps en réponse au changement des températures : une hausse de CTI indiquerait un gain d'espèces thermophiles et/ou une perte d'espèces non-thermophiles, reflétant ainsi la réponse des communautés face à des changements de température. Une valeur d'indice a été calculée pour chaque réserve, chaque année. Le STI « France » a été utilisé pour cette étude (STI adapté car zone géographique globalement plus chaude).

**Community specialization index (CSI)** est la moyenne des indices de spécialisation à l'habitat (SSI) des espèces présentes au sein d'une communauté (Julliard *et al.*, 2006). Les espèces généralistes étant plus tolérantes aux changements de conditions environnementales, l'indice

---

<sup>10</sup> Species thermal index (STI) : indice représentant la préférence thermique de chaque espèce d'oiseau. Il correspond à la température moyenne (°C) subie par une espèce dans son aire géographique pendant la saison de reproduction (période 1950-2000). Ainsi les espèces septentrionales auront des valeurs de STI plus faibles que les espèces méridionales.

de spécialisation à l'habitat qui diminue au cours du temps (de plus en plus de généralistes) est un indicateur de la réponse des communautés à la dégradation de l'habitat, et plus précisément d'une homogénéisation biotique des communautés (Clavel *et al.*, 2010).

$$CSI = \frac{\sum_i N_i SSI_i}{\sum_i N_i}$$

Il y a globalement de moins en moins d'oiseaux spécialistes en France. On s'attend donc à obtenir un CSI moins élevé en moyenne et qui diminue au cours du temps. Au contraire, dans les RN, où la dégradation des habitats est moindre, on s'attend à un CSI plus élevé avec une meilleure tendance (stagnation ou augmentation).

**Community Trophic Index (CTrI)** : Niveau trophique moyen d'une communauté d'oiseaux, défini comme la moyenne des indices trophiques par espèce (STrI) au sein de la communauté (Jiguet *et al.*, 2012). Le CTrI est déterminé par les proportions de trois régimes alimentaires (herbivores, insectivores et carnivores) au sein d'une communauté. Il permet de faire la différence entre des communautés à faible indice trophique (grande proportion de granivores) et celles à fort indice trophique (plus grande proportion en insectivores et carnivores). Plus une communauté est capable d'avoir des niveaux de prédation supérieurs, plus elle est en bonne « santé ».

On s'attend à un CTrI en moyenne plus élevé au sein des RN avec une meilleure tendance grâce aux habitats de meilleure qualité.

#### D. Impact du changement climatique

Les températures moyennes en France (et sur tout le globe) augmentent (+ 0,9°C en 100 ans) quelles que soient les saisons (Moisselin *et al.*, 2002). Il a été démontré que le changement climatique impactait négativement la biodiversité (Walther *et al.*, 2002). Chez les oiseaux, les populations les plus au nord (espèces septentrionales qui nichent à des températures maximales moins élevées) sont les plus impactées par ces changements (Julliard *et al.*, 2004 ; Jiguet *et al.*, 2007).

Dans un contexte de réchauffement climatique, nous nous sommes intéressés à ce changement de températures et à l'impact sur les populations en RN.

L'hypothèse que l'on teste ici, c'est que les populations présentes au sein des RN devraient être moins impactées par le changement climatique que celles hors-RN. En effet, la gestion des espaces protégés (parcs nationaux, Réserves naturelles et zones Natura 2000) est censée

atténuer certains effets néfastes des variations de températures en constituant des refuges pour les oiseaux communs soumis au changement climatique (Gaüzère *et al.*, 2016).

En prenant en compte le maximum thermique d'une espèce en Europe, à savoir les températures maximales sous lesquelles une espèce niche en Europe, il est possible de regrouper les 15 espèces recensées ayant les valeurs les plus faibles ou les plus élevées du maximum thermique (Jiguet *et al.*, 2012 ; Annexe 5). Les deux groupes étant composés de spécialistes d'habitats connus pour être particulièrement en déclin, il est nécessaire de considérer la différence entre les deux groupes et de voir si cette différence augmente au cours du temps.

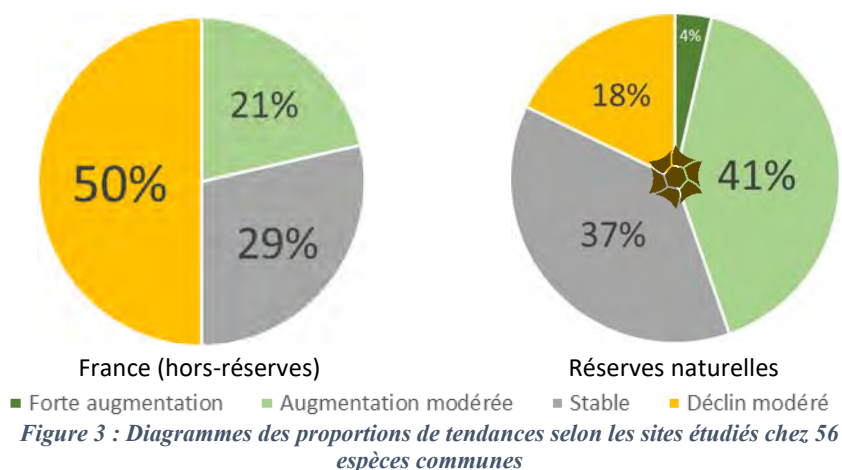
E. Un effet réserve qui se diffuse dans l'espace ?

Pour évaluer l'existence d'une diffusion de l'effet des RN dans l'espace (c'est-à-dire voir si l'effet des réserves se répercute également autour de celles-ci), nous nous sommes intéressés aux tendances hors-RN selon certaines catégories de distances aux réserves naturelles à l'aide d'un logiciel SIG libre (Qgis). Les distances de chaque carré national à la RN la plus proche ont donc été calculées. D'abord, les distances aux réserves de l'étude, c'est-à-dire celles appliquant le STOC (n = 89) et ensuite les distances à toutes les réserves naturelles de France métropolitaine hors-Corse (n = 324). Ces 2 variables « distancesRNSTOC » et « distanceRN324 » ont donc été ajoutées au jeu de données pour ces analyses de distance. Cinq catégories de distances ont été retenues ( $\leq 3$  km ; 3-5 km ; 5-10 km ; 10-20 km &  $> 20$  km), avec l'hypothèse que plus on s'éloigne des réserves, plus cet effet réserve diminue. Les modèles utilisés ici sont identiques à ceux utilisés pour évaluer les différences de tendances RN vs. hors-RN, avec la distance en facteur.

## II – Résultats

### 1. Tendances par espèce

Au niveau national, les tendances fiables de 122 espèces ont pu être calculées. Pour pouvoir évaluer la différence au niveau national et en RN, la Figure 3 présente la même sélection d'espèces à tendances fiables au niveau des RN. Près de 200 espèces d'oiseaux ont été contactées ces 15 dernières années dans les Réserves naturelles. En ce qui concerne les 56 espèces ayant des tendances fiables en RN (Annexe 6), la situation est beaucoup plus encourageante par rapport au reste de la France. En effet, alors qu'en France (hors-RN) 50 % d'entre-elles sont en déclin, « seulement » 18 % le sont en RN et 82 % voient leurs effectifs stables ou en augmentation sur la période considérée (2004-2018)



Les autres espèces classées comme « incertaines » présentent soit des variabilités interannuelles trop fortes, soit des occurrences trop faibles pour la période considérée. Les espèces présentant des tendances significatives ou stables sont minoritaires face à la part d'espèces dont les tendances sont incertaines (n = 102). Les tendances de ces espèces figurent tout de même en Annexe 7.

## 2. Tendances des groupes indicateurs

Concernant les espèces du groupe « généralistes » (Figure 4a), l'analyse révèle une augmentation significative des effectifs du groupe ( $P\text{-val} < 0,05$ , marginal<sup>11</sup>  $R^2 = 0,03$ ) avec augmentation significativement plus rapide au sein des RN ( $P\text{-val} < 0,001$ ) mais il y a significativement moins de généralistes en RN ( $P\text{-val} < 0,01$ ).

La tendance du groupe « agricoles » est stable au niveau des RN sur la période 2004-2018, ce qui est significativement différent des effectifs nationaux qui sont en forte diminution ( $P\text{-val} < 0,001$  marginal  $R^2 = 0,08$ ). Concernant les abondances, le modèle n'a pas mis en évidence de différence entre RN et hors-RN ( $P\text{-val} = 0,23$ ).

La tendance du groupe « forestiers » (Figure 4c) est significativement positive au niveau des réserves sur la période 2004-2018 (avec une augmentation de 47,8 %), ce qui est significativement différent des effectifs nationaux qui sont stables sur la période considérée ( $P\text{-val} < 0,001$ , marginal  $R^2 = 0,09$ ). Concernant les abondances, le modèle nous indique une différence significative ( $P\text{-val} < 0,001$ ) entre RN et hors-RN avec des effectifs inférieurs au niveau des réserves.

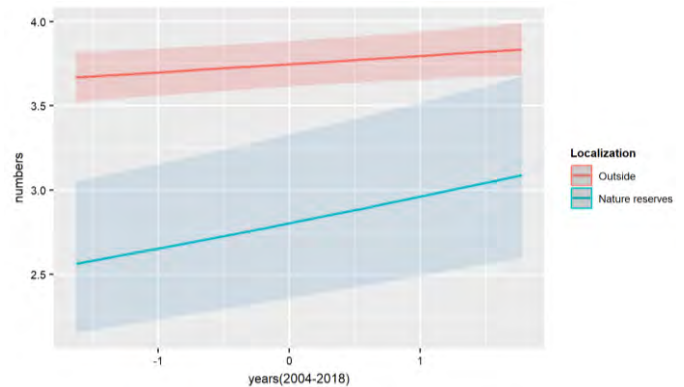


Figure 4a : Tendances temporelles des généralistes selon l'emplacement des sites étudiés (en rouge = hors-RN ; en bleu = RN)

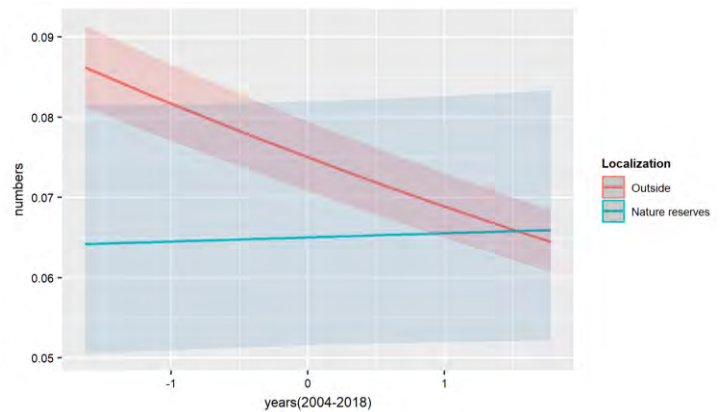


Figure 4b : Tendances temporelles des spécialistes agricoles selon l'emplacement des sites étudiés (en rouge = hors-RN ; en bleu = RN)

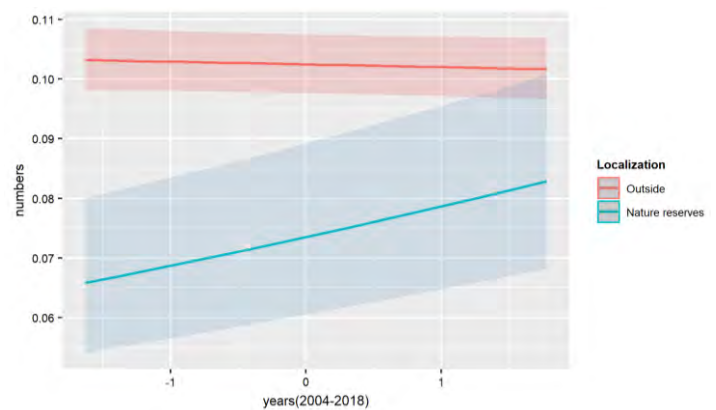


Figure 4c : Tendances temporelles des spécialistes forestiers selon l'emplacement des sites étudiés (en rouge = hors-RN ; en bleu = RN)

<sup>11</sup>fixed effect marginal  $R^2$  : part de variance expliquée par les effets fixes

Pour le groupe des « spécialistes urbains » (Figure 4d), on observe une diminution des effectifs dans les deux types de sites, mais sans différence significative dans les tendances (P-val = 0,27, marginal R<sup>2</sup> = 0,11)

Les spécialistes urbains sont néanmoins significativement moins abondants en RN.

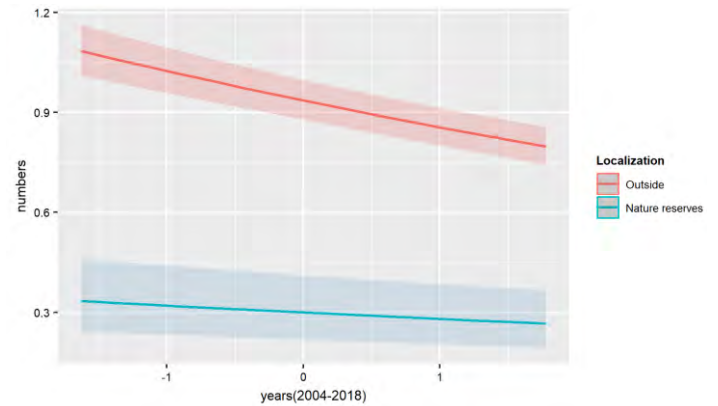


Figure 4d : Tendances temporelles des spécialistes urbains selon l'emplacement des sites étudiés (en rouge = hors-RN ; en bleu = RN)

Les graphiques ci-dessous (Figure 5) renseignent sur les indicateurs de variation d'abondance des groupes spécialistes dans les 2 types de sites.

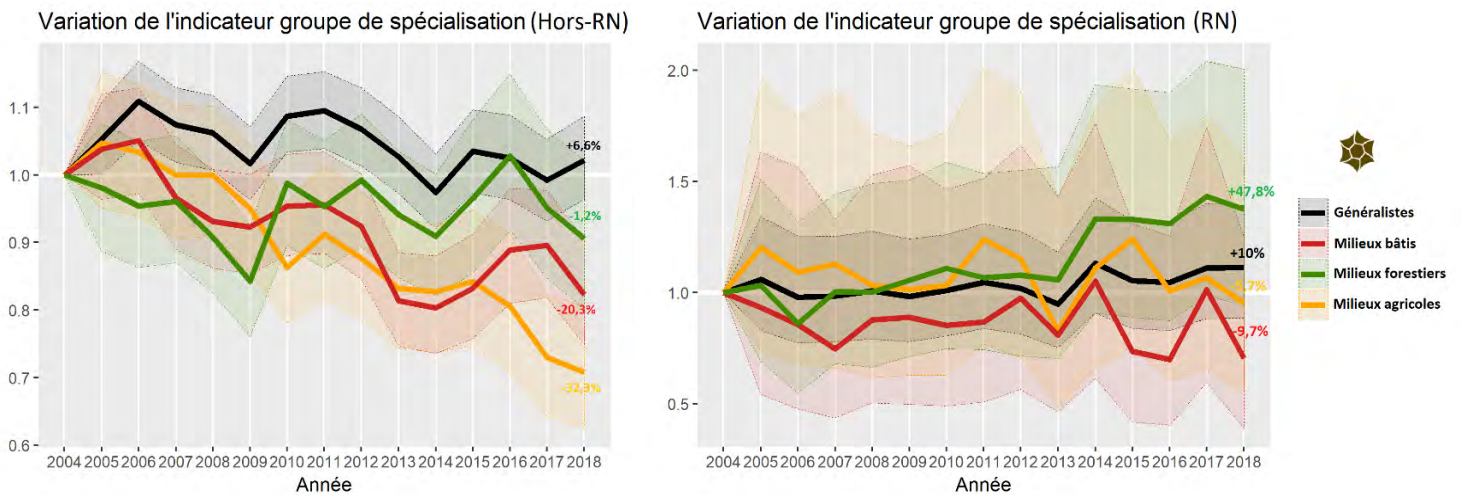


Figure 5 : Variations des indicateurs des groupes spécialistes hors-RN (gauche) et dans les RN (droite)



### 3. Tendances toutes espèces confondues

On note une différence significative des tendances, avec une tendance significativement positive au sein des RN ( $P\text{-val} < 0,001$ ,  $R^2 = 0,78$ ) par rapport au sites situés hors-RN où les effectifs diminuent en moyenne entre 2004 et 2018. Les abondances sont en moyenne plus élevées en RN ( $P\text{-val} < 0,05$ ). Nous observons donc un effet positif des réserves sur les **abondances** et les **tendances** d'effectifs sur 15 ans.

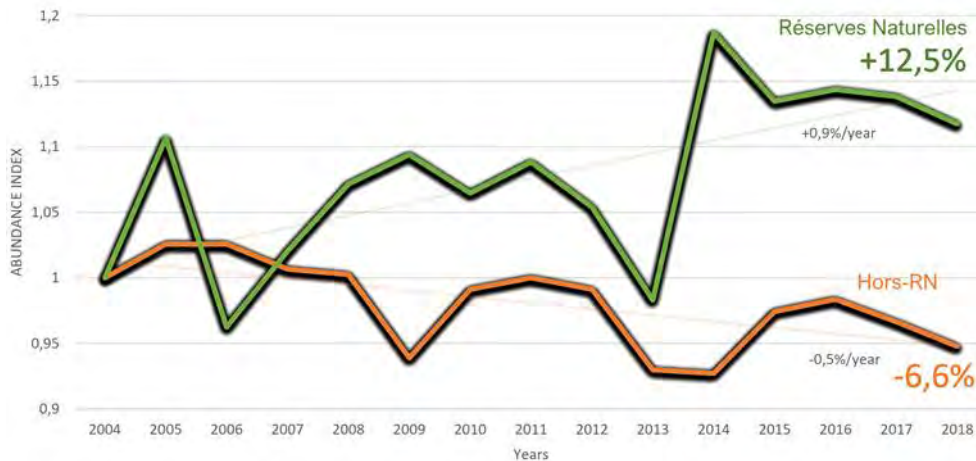


Figure 6 : Tendances temporelles des oiseaux nicheurs communs ( $n=156$ ) selon l'emplacement des sites étudiés de 2004 à 2018

### 4. Indicateurs de communauté

L'indice de spécialisation thermique CTI (Figure 7a)

On constate une différence significative des tendances de CTI ( $P\text{-val} < 0,001$ , marginal  $R^2 = 0,52$ ) avec un CTI stable en RN, alors qu'il est en diminution hors-RN. Concernant la moyenne, aucune différence significative n'a été constatée ( $P\text{-val} = 0,44$ ).

L'indice de spécialisation CSI (Figure 7b)

On note une différence significative des tendances de CSI ( $P\text{-val} < 0,001$ , marginal  $R^2 = 0,29$ ) avec un CSI stable et une moyenne plus élevée dans les RN ( $P\text{-val} < 0,001$ ) par rapport au niveau national (hors-RN) où il

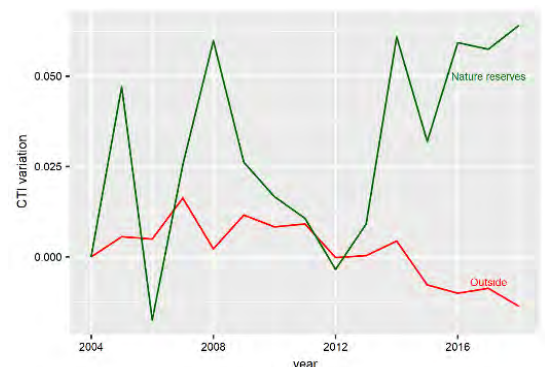


Figure 7a : Variation du CTI selon l'emplacement des sites étudiés de 2004 à 2018

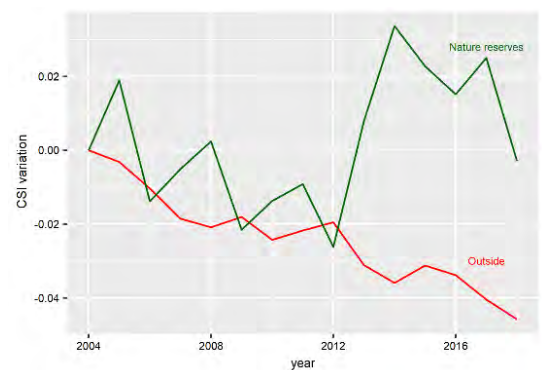


Figure 7b : Variation du CSI selon l'emplacement des sites étudiés de 2004 à 2018

diminue. Il y a globalement de moins en moins d'oiseaux spécialistes en France (hors-RN), contrairement aux réserves naturelles.

L'indice trophique CTrI (Figure 7c) :

On note une différence significative des tendances de CTrI (P-val < 0,001, marginal R<sup>2</sup> = 0,24) avec un CTrI stable et moyenne plus élevée (P-val < 0,001) par rapport au niveau national (hors-RN) où il diminue. On a donc une chaîne trophique plus complexe et stable au niveau des communautés des RN.

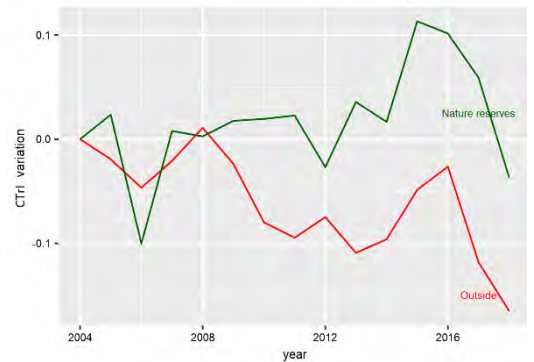


Figure 7c : Variation du CTrI selon l'emplacement des sites étudiés de 2004 à 2018

### 5. Impact du changement climatique

Nous observons ici une différence entre les deux groupes (maximum thermique élevé et faible ; Figure 8). Cette différence croît avec le temps (+2,4% / an). Les espèces sensibles au réchauffement climatique (espèces septentrionales) réagissent donc différemment (avec une tendance de - 11 %) par rapport aux espèces méridionales (+ 22 %). Cependant, on peut ici aussi observer une différence entre les sites hors-réserves (courbe en rouge : - 32 %) et les sites en réserves. Les espèces à faibles max thermique hors des réserves sont significativement en plus fort déclin (P-val < 0,001) par rapport aux espèces du même groupe au sein des RN.

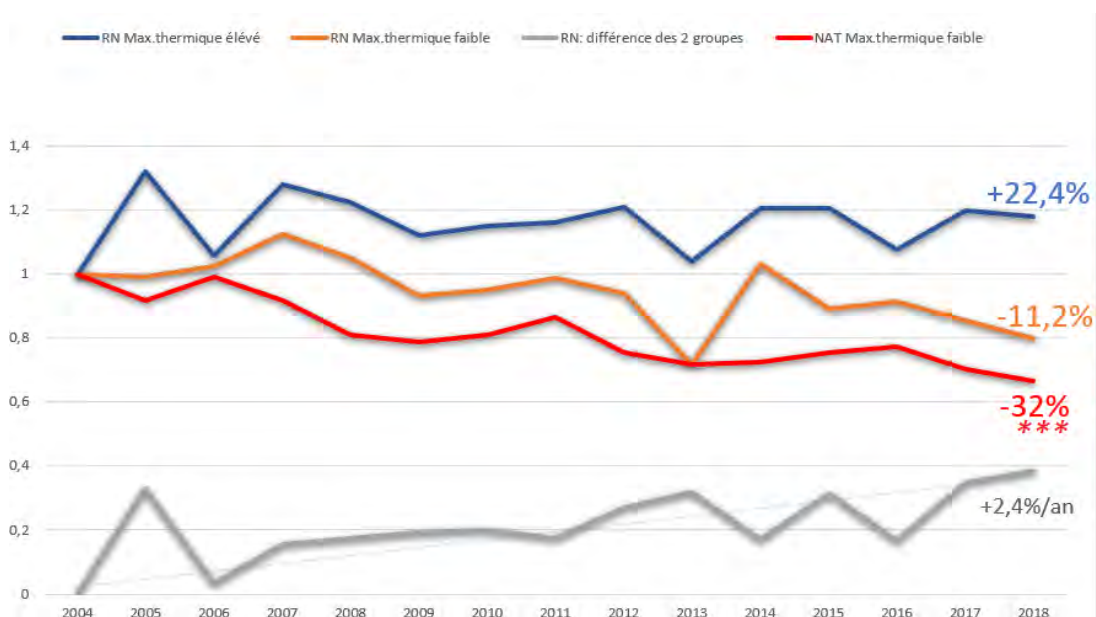


Figure 8 : Indicateur d'impact du changement climatique (différence entre les espèces septentrionales et méridionales)



## 6. Effet tampon des réserves naturelles

Même constat pour les deux méthodes, les sites nationaux situés à proximité des RN ( $\leq 3$  km, courbe violette) présentent des tendances positives contrairement aux sites plus éloignés (Figure 9a ; Figure 9b).

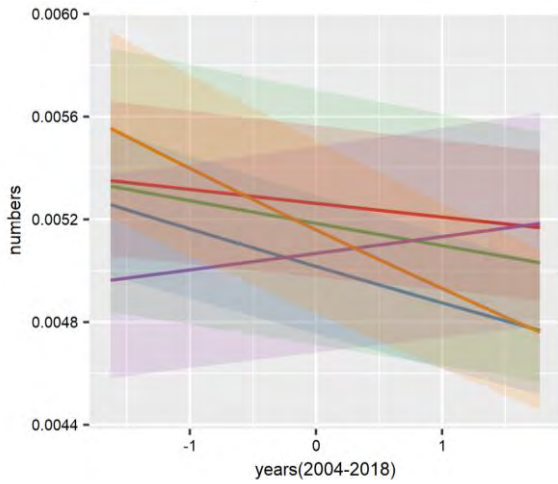


Figure 9b : Tendances des espèces d'oiseaux nicheurs communs par rapport aux distances aux Réserves naturelles en France métropolitaine (n=324)

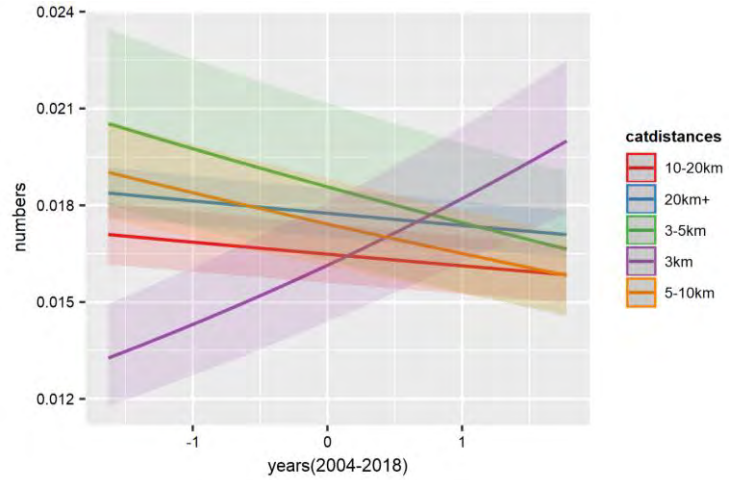


Figure 9a : Tendances des espèces d'oiseaux nicheurs communs par rapport aux distances aux réserves appliquant le STOC

### III – Discussion

#### 1. Récapitulatif des résultats principaux

La figure 10 synthétise les différents résultats observés dans cette étude pour chacune des analyses.

|                       |  | National (Hors-RN) | Réserves Naturelles |        |
|-----------------------|--|--------------------|---------------------|--------|
| Tendances effectifs   | <b>Tendance globale</b>                      | <b>-6,6%</b>       | <b>+12,5%</b>       |        |
|                       | % d'espèces en forte augmentation            | <b>1,3%</b>        | <b>1,3%</b>         |        |
|                       | % d'espèces en augmentation modérée          | <b>20,6%</b>       | <b>14,6%</b>        |        |
|                       | % d'espèces stables                          | <b>18%</b>         | <b>13,3%</b>        |        |
|                       | % d'espèces en déclin modéré                 | <b>36,1%</b>       | <b>6,2%</b>         |        |
|                       | % d'espèces en fort déclin                   | <b>2,7%</b>        | <b>0%</b>           |        |
|                       | % d'espèces à tendances incertaines <b>?</b> | <b>21,3%</b>       | <b>64,6%</b>        |        |
|                       | Groupes indicateurs                          | Généralistes       | -5,3%               | +10%   |
|                       |  | Forestiers         | -1,2%               | +47,8% |
|                       |  | Agricoles          | <b>-32,3%</b>       | -5,7%  |
| Bâtis                 |  | -20,3%             | -9,7%               |        |
| Indices de communauté | <b>Tendance CTI</b>                          | Diminution         | Stable              |        |
|                       | <b>Tendance CSI</b>                          | Diminution         | Stable              |        |
|                       | <b>Tendance Ctrl</b>                         | Diminution         | Stable              |        |

Figure 10 : Récapitulatif des résultats décrits précédemment

Tout d’abord on constate une grande différence entre le nombre d’espèces avec des tendances statistiquement fiables entre le national et les RN (les tendances certaines au sein des RN restent minoritaires face aux 64,6 % de tendances incertaines), ce qui s’explique du fait d’une grande différence d’échantillonnage entre les 2 groupes (1933 carrés vs. 89 carrés), donc d’intervalles de confiance beaucoup plus petits au niveau national. Grâce à l’ajout de données dans le futur, de nouvelles tendances plus précises émergeront sans doute.

Les modèles linéaires nous montrent que les espèces communes se portent mieux en RN qu’en dehors. Un effet positif des espaces protégés (Réserves naturelles, zones de protection spéciales et parcs nationaux) sur les oiseaux communs a déjà été décrit en France. En effet quelques chercheurs du C.R.B.P.O se sont déjà intéressés à évaluer il y a quelques années l’éventuel effet des espaces protégés sur les espèces communes d’oiseaux nicheurs en France métropolitaine. Leur étude montre également un effet positif des espaces protégés, avec un grand nombre

d'espèces moins touchées par rapport aux populations hors-espaces protégés. Un effet rendu visible par un déclin plus modéré ou même par une augmentation des populations et des espèces vulnérables dont les densité semblent également plus élevées dans ces zones. Cette étude a pris en compte 125 zones protégées et 158 zones non protégées proches, ces dernières jouant le rôle de témoin (Devictor *et al.*, 2007).

Ces résultats pourraient être expliqués par des pressions moindres dans ces espaces. Par exemple, hors des RN, les espèces forestières peuvent être directement ou indirectement impactées par l'exploitation forestière. La raréfaction des cavités dans les troncs d'arbres sont responsables d'un fort déclin du nombre de niches disponibles (Gregory *et al.*, 2007 ; Paillet *et al.*, 2017). Le bois mort est par ailleurs un élément favorable à la biodiversité forestière (espèces cavernicoles et saproxyliques dont se nourrissent les oiseaux), or le nombre, et plus encore, le volume de bois morts présents dans les forêts exploitées, est souvent très inférieur hors-RN (Gilg, 2005). La monoculture, les coupes rases et les essences exotiques perturbent également le fonctionnement des habitats forestiers. Au sein des réserves, où ces perturbations sont limitées voire absentes, les oiseaux spécialistes forestiers ont ainsi fortement augmenté durant cette étude (+ 46 % sur 15 ans).

Concernant l'abondance significativement plus élevée en RN, ceci pourrait être le résultat d'une meilleure capacité d'accueil <sup>12</sup> au sein de ces espaces protégés.

---

<sup>12</sup> Effectif maximal de la population qu'un milieu donné peut supporter durablement : dépend des ressources alimentaires, de la surface, du nombre de lieux propices à la reproduction

## 2. Groupes spécialistes

### A. Généralistes

La tendance des espèces généralistes est à l'augmentation sur les territoires français, tant au niveau national qu'au niveau des RN. Cette augmentation des espèces généralistes (plus résistantes car plus polyvalentes) est également observée au niveau européen, et contraste avec un déclin progressif des espèces spécialistes, plus sensibles aux perturbations. Les espèces généralistes sont en effet capables de s'acclimater à plusieurs types d'environnement, sont plus compétitives, moins soumises aux perturbations, ce qui leur permettent de coloniser les milieux occupés par les espèces spécialistes. La diminution des abondances chez les spécialistes s'explique en partie par la dégradation des habitats (intensification de pratiques agricoles par exemple). Les espèces généralistes, plus plastiques et donc plus résilientes, sont moins touchées par ces dégradations. Ces espèces sont rencontrées dans tous les types d'habitats et bénéficient sans doute du déclin des autres (Kerbiriou *et al.*, 2009). C'est le phénomène d'homogénéisation biotique (Le Viol *et al.*, 2012).

### B. Spécialistes agricoles

Les surfaces dédiées à la monoculture n'ont cessé d'augmenter en France. La diversité des cultures a quant à elle diminué. Les graines des plantes sauvages constituent la base de l'alimentation de certains oiseaux. Cette homogénéisation des paysages avec la perte d'habitat comme des prairies, des haies, etc. impacte la reproduction de certaines espèces.

La diminution des spécialistes agricoles est aussi connue dans d'autres pays européens et aux Etats-Unis (Fuller, 1995 ; Stanton, 2018 ; Donald *et al.*, 2001 ; Gregory *et al.* 2019). Ce constat négatif est renforcé par le fait que 75 % des espèces agricoles sont en déclin au niveau national (seulement 6 se portent bien sur les 15 dernière années comme la Fauvette grisette (*Sylvia communis*) qui est stable ou le Pipit rousseline (*Anthus campestris*) qui est en augmentation). Les tendances estimées au niveau des RN doivent être interprétées avec prudence car les tendances certaines ne concernent que sept espèces parmi les 24 évaluées. Sur ces sept espèces, deux sont en déclin (Alouette des champs (*Alauda arvensis*) et Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)). Les plus grandes différences entre RN et hors-RN concernent trois espèces, le Tarier pâtre (- 15,7 % H-RN/ + 70,8 % RN), le Faucon crécerelle (- 20,4 % H-RN/Stable RN) et la Fauvette grisette (stable H-RN/+ 25,7 % RN).

Cette disparition massive est très vraisemblablement liée à l'intensification des pratiques agricoles durant ces 25 dernières années (Chamberlain *et al.*, 2000 ; Donald, 2006 ; Wretenberg

*et al.*, 2006), et plus particulièrement depuis 2008-2009. Cette période correspond à la fin des jachères favorisées dans le cadre de la politique agricole commune, à la flambée des cours du blé, à la reprise du sur-amendement au nitrate permettant d'avoir du blé surprotéiné et à la généralisation des néonicotinoïdes qui sont des insecticides neurotoxiques très persistants. Ces derniers auraient deux impacts sévères sur ces espèces : un impact direct par empoisonnement, et un impact indirect sur leurs ressources alimentaires, démontré notamment dans une étude allemande sur la chute de biomasse des insectes dans les aires protégées (Hallmann, 2017), et cet effondrement n'affecte pas que les oiseaux strictement insectivores car même les autres espèces ont souvent besoin d'insectes pour nourrir les juvéniles. D'autres études montrent l'impact négatif de l'utilisation de pesticides sur la biodiversité (Geiger, 2010).

#### Le Pipit farlouse :

Avec une baisse de 68,4% de ses effectifs en 15 ans, le Pipit farlouse est le triste champion du déclin en métropole (hors-RN). En RN il affiche un déclin tout aussi préoccupant de 58,3% (Figure 11a). Cette espèce inféodée aux milieux ouverts et agricoles est victime de l'intensification de ces habitats et de la destruction des zones humides.

#### Le Bruant jaune :

Le Bruant jaune est un autre exemple d'espèce préoccupante et inféodée aux milieux agricoles avec une chute de 46,6 % de ses effectifs en RN et une chute de 53,4 % de ses effectifs hors-RN en 15 ans (Figure 11b).

Deux espèces agricoles semblent quand même bien se porter sur la période étudiée. Le pipit rousseline voit ses effectifs augmenter de 10,2 % hors-RN et de 116,3 % en RN. La linotte mélodieuse affiche des effectifs stables hors-RN et en augmentation de 116,8 % en RN (mais reste une espèce

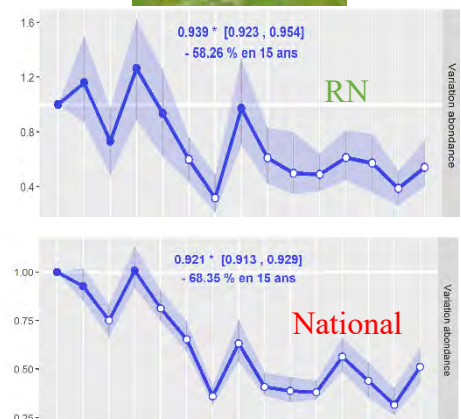


Figure 11a : Variations d'abondance du Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) au sein des RN et au niveau national de 2004 à 2018

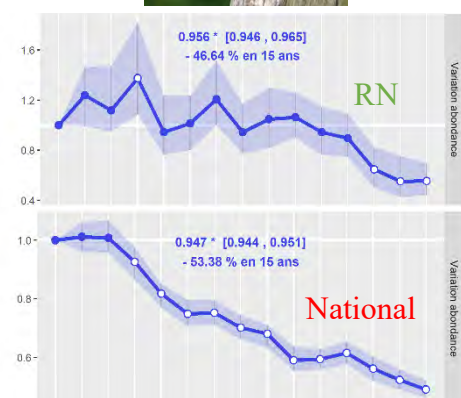


Figure 11b : Variations d'abondance du Bruant jaune (*Emberiza citrinella*) au sein des RN et au niveau national de 2004 à 2018

relativement rare). Ces 2 espèces sont les seules du groupe agricole à voir leurs effectifs s'améliorer sur les 15 dernières années.

### C. Spécialistes forestiers

La forêt est le milieu le plus répandu dans les RN métropolitaines avec 1/3 d'entre-elles qui sont recouvertes par la forêt (Gilg *et al.*, 2007). En RN, il n'y pas que la non-exploitation qui soit utilisée comme moyen de gestion, d'autres actions permettent de favoriser le maintien de ces spécialistes forestiers tout en poursuivant l'exploitation forestière. Certaines espèces sont avantagées par la présence de forêts en stade sylvigénétique avancés riches en bois mort. En effet ce bois mort procure des abris (cavités) pour de nombreuses espèces cavernicoles et saproxyliques dont se nourrissent les oiseaux (Gilg, 2005). L'exploitation forestière traditionnelle empêche souvent la maturation des forêts (vieillissement, senescence, mort). Les forêts où l'impact anthropique est très faible sont des écosystèmes rares en Europe (environ 1-2 % de la surface forestière). 14,1 % de la surface forestière des RN sont des forêts à caractère naturel (Patrimoine forestier des réserves naturelles, 2017) qui ne sont plus exploitées depuis au moins 50 ans, ce qui leur a permis de produire une proportion en bois mort de 16% en moyenne (avec une moyenne de 50 m<sup>3</sup> de bois mort /ha). 25 % des espèces forestières (animales et végétales), souvent les plus menacées, sont dépendantes de ce bois mort (Gilg, 2005). Certaines forêts n'ont pas été exploitées depuis plus de 100 ans, on peut citer, par exemple, la RNN de Prats de Mollo la Preste, la RNN de la Tourbière de Grand Lemps, la RNR de la Moselle sauvage ou la RNN de la forêt de la Massane qui participent au STOC et qui contribuent probablement de manière non négligeable à l'augmentation des effectifs d'oiseaux forestiers (46% sur 15ans). Cependant, même si cette tendance est bien plus positive qu'au niveau national, on constate des effectifs qui sont en moyenne inférieurs au niveau des RN.

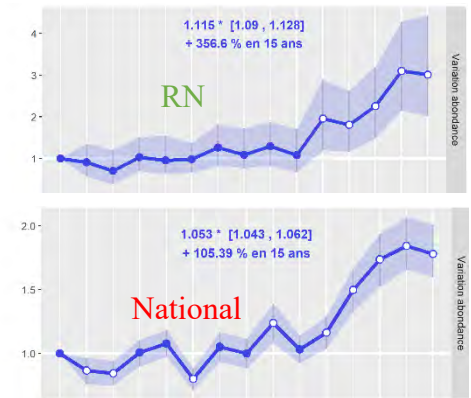


Figure 11c : Variations d'abondance du Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) au sein des RN et au niveau national de 2004 à 2018

#### Roitelet à triple bandeau (*Regulus ignicapilla*) :

Spécialiste forestier, ce petit passereau a vu ses effectifs quadrupler au sein des réserves (+ 356,6 %) et doubler hors des réserves (+ 105,4 %). D'après les données de notre étude, c'est la plus forte augmentation en réserves en 15 ans (Figure 11c).

#### D. Spécialistes urbains

Bien que cela puisse paraître étrange, les spécialistes urbains sont bel et bien présents au sein des RN (et plus de la moitié des espèces du groupe y affiche des tendances robustes). Le groupe des « spécialistes urbains » est en effet constitué d'espèces ubiquistes comme le Moineau domestique, le Martinet noir ou l'Hirondelle de fenêtre qui sont habituellement observés en vol (donc parfois uniquement de passage et n'appartiennent pas forcément au point d'écoute). Les tendances de ces espèces sont relativement similaires hors-RN et en RN. Les spécialistes urbains sont néanmoins significativement moins abondants en réserve, un résultat attendu puisque les RN n'abritent que très peu de milieux bâtis.

#### E. Autres

### Focus sur quelques espèces

#### La Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) :

La tourterelle des bois est considérée comme une espèce vulnérable (UICN). Elle est actuellement en fort déclin, que ce soit en France (hors-RN) avec -45,4 % en 15 ans (Figure 11d) ou en Europe avec -78 % de 1980 à 2015 (EBCC, 2017). Dans les réserves naturelles, on constate la même tendance avec un déclin de 38,9 % des effectifs en 15 ans. Cette espèce fait partie d'un plan d'action espèce au niveau européen (2018-2028). Les principales causes de son déclin sont la perte d'habitat dans ses aires de reproduction et d'hivernage (liée aux changements d'utilisation des terres et à la couverture végétale), la chasse et les piégeages, lors de la migration printanière et durant la saison de reproduction (RSPB, 2018).

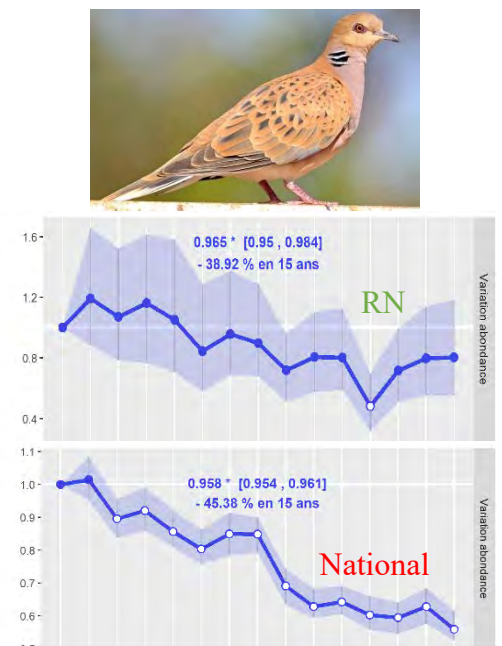


Figure 11d : Variations d'abondance de la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) au sein des RN et au niveau national de 2004 à 2018



### Le Serin cini (*Serinus serinus*) :

Le Serin cini est une espèce granivores en déclin en France. Bien qu'il soit favorisé par le réchauffement climatique (de part son caractère méridional), il a connu une diminution de ses effectifs de l'ordre de 34 % en RN et de 39 % au niveau national en 15 ans (Figure 11e).

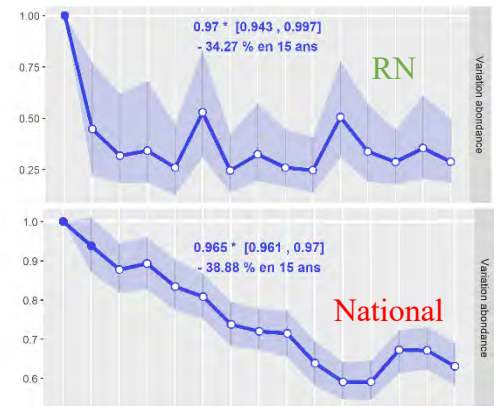


Figure 11e : Variations d'abondance du Serin cini (*Serinus serinus*) au sein des RN et au niveau national de 2004 à 2018

## 3. Indicateurs de communautés

### A. CTI

Au niveau national, le CTI diminue de 2004 à 2018. Avec l'augmentation des températures au cours du temps on s'attendait plutôt à des hausses du CTI. L'année 2004 serait peut-être une année de référence à CTI fort dû à la canicule de l'été 2003 qui fut la plus forte de la décennie (Annexe 8). La canicule ayant eu lieu après la période de reproduction des oiseaux, donc après le comptage, ses effets se font ressentir 1 an plus tard. Les communautés se sont donc enrichies en individus d'espèces à STI élevé et/ou ont perdu des individus d'espèces à STI faible après cette forte canicule, ce qui expliquerait peut-être cette baisse de CTI les années suivantes. La canicule de l'été 2006, et le pic de CTI ayant suivi en 2007, semblent accrédiiter cette hypothèse.

Cependant un autre facteur entre en jeu. Les températures printanières semblent être les températures influençant le plus la dynamique des populations d'oiseaux, or ces températures semblent diminuer depuis 2006 (Gaüzère *et al.*, 2015). Cette diminution des températures moyennes de printemps en France ces dernières années pourrait donc également expliquer cette baisse du CTI au niveau national. Il est important de noter que cette baisse (estimée sur une moyenne nationale) est spatialement très hétérogène sur le territoire. En effet il a été démontré que les tendances étaient complètement différentes selon les régions. De 2002 à 2011 les températures (et le CTI) ont par exemple fortement augmenté dans les régions alpines tandis que les tendances étaient négatives dans la région méditerranéenne ; aucune tendance significative n'a été trouvée dans les zones atlantiques et continentales (Gaüzère *et al.*, 2015).

Au niveau des RN, une hypothèse avance qu'une forte résilience pourrait à long terme provoquer un effet piège sur les populations d'oiseaux qui subsistent dans les RN contrairement aux populations hors-RN qui seraient mieux adaptées au réchauffement en se déplaçant vers le



Nord, comme le suggèrent les travaux de Devictor et collaborateurs (Devictor *et al.*, 2008 ; Devictor *et al.*, 2012). Il serait a priori plus facile pour les espèces en RN de rester sur place ou de suivre moins rapidement la remontée d'isotherme due aux conditions suivantes : grande proportion de forêt et altitude moyenne plus élevée (moyenne = 221 mètres hors-RN contre 414 mètres en RN), et donc d'accumuler ce qu'on appelle une « dette climatique » (Bertrand *et al.*, 2016). Forêt et altitude présentent des microclimats avec des températures plus basses et la grande proportion de RN en altitude permettrait aux populations de s'adapter au changement climatique en se déplaçant de quelques mètres à la verticale seulement. Ces microclimats pourraient ralentir le déplacement des populations vers le Nord et donc ralentir leur déclin apparent (Maclean, 2015). Ainsi, pour les populations au sein des RN, une fois le seuil de température maximale atteint, elles seraient mal adaptées et trop en retard par rapport aux autres populations qui se sont déjà déplacées. Ces conditions sont peut-être des explications au CTI stable au niveau des RN.

Rappelons qu'il existe une forte disparité spatiale concernant les changements de températures, les sites RN et hors-RN n'étant pas distribués de la même façon en France (sites hors-RN = distribution aléatoire, ce qui n'est pas le cas pour les sites RN), cela pourrait également expliquer en partie cette différence de tendance.

#### B. CSI

L'indice de spécialisation à l'habitat qui diminue au cours du temps (de plus en plus de généralistes) indique une dégradation de l'habitat au niveau national. Il y a globalement de moins en moins d'oiseaux spécialistes en France (hors-RN), contrairement aux RN où la dégradation des habitats est moindre.

#### C. CTrI

Le maintien du CTrI au sein des RN nous montre que les communautés sont capables de maintenir plus de niveaux trophiques qu'en dehors (différents niveaux de prédation : insectivores, granivores, méso-prédateurs, super-prédateurs). Les chaînes trophiques étant plus complexes et stables au cours du temps, les communautés au sein des RN semblent donc être en meilleur état, contrairement aux sites hors-RN où les CTrI sont en moyenne en diminution sur la période étudiée.

## 4. Impact du réchauffement

Nous observons ici une différence entre les deux groupes (maximum thermique élevé et faible) qui augmentent avec le temps (même résultat trouvé par Gregory et al. (2009) avec une autre façon de regrouper les espèces). Quel que soit le statut de protection (RN ou hors-RN), les espèces à maximum thermique élevé se portent mieux (même résultat trouvé dans une étude de Jiguet *et al.*, 2007).

Les espèces à une seule reproduction annuelle pourraient être plus sensibles à l'avancement du pic de nourriture suite au changement climatique, en augmentant le risque de non-synchronisation avec leur reproduction unique.

Une autre étude démontre que le changement climatique agit de manière identique sur les populations d'oiseaux communs vivant sur deux continents : nord-américain et européen (Stephens, 2016). Grâce aux données récoltées par les participants au suivi américain et européen des oiseaux communs (dont le STOC), l'étude a montré un changement chez les communautés d'oiseaux avec une perte d'abondance importante chez certaines espèces particulièrement sensibles aux modifications des températures.

## 5. Effet positif des réserves et « zone tampon »

Notre étude confirme l'existence d'un « effet réserve » positif sur les territoires adjacents (« zone tampon »). Cet effet positif des RN sur les espaces aux alentours montre que l'effet ne se limite pas aux frontières administratives des RN, ce qui de facto augmente considérablement les surfaces bénéficiant réellement de cette protection.

## 6. Limites de l'étude

Bien que ces données aient permises de mettre en évidence des tendances encourageantes pour les Réserves naturelles de France, certains éléments mériteraient encore d'être améliorés afin d'obtenir plus de précisions à l'avenir.

Il s'agit ici d'une étude comparant 1 933 carrés nationaux à 89 sites en réserve. Cette différence d'échantillonnage se ressent parfaitement en observant les écart-types issus des GLM (écart-type beaucoup plus réduit en dehors des réserves). L'ajout de nouvelles réserves participant au protocole dans le futur et de nouvelles données pourrait combler cet écart de précision, et ainsi permettre de mettre en évidence plus de tendances fiables pour de nouvelles espèces.

Le protocole STOC est soumis à un biais non négligeable concernant les dates de relevés. Il a été prouvé que le réchauffement climatique global modifie les périodes de reproduction de certaines espèces (e.g. Charmantier et Gienapp, 2014 ; Crick *et al.* 2004). La fenêtre d'observation étant fixe, la diminution des effectifs relevés chez certaines espèces pourrait être due à une activité de reproduction plus précoce. Les responsables du protocole STOC testent actuellement l'opportunité de réaliser un troisième passage en mars afin de détecter la présence d'un éventuel pic d'abondance avancé qui mettrait en évidence un décalage phénologique par rapport au réchauffement climatique. Un décalage qui n'a pas pu être pris en compte dans cette étude car seules 13 réserves ont mis en place ce 3<sup>ème</sup> passage depuis 2011.

Enfin, en ce qui concerne les tendances par espèces et les indicateurs par groupes spécialistes, la méthodologie nationale est la même que la méthodologie européenne fixée par l'EBCC. C'est-à-dire en utilisant des GLM avec les carrés en effet fixe (donc en laissant le modèle estimer les effets de chaque site), ce qui est très coûteux en degrés de liberté (ddl), induisant une perte de puissance pour l'estimation de la tendance ou des variations d'abondances. Il est possible d'utiliser d'autres méthodes statistiques consommant moins de ddl en définissant le site en tant que variable ayant un effet aléatoire, comme cela a été fait ici pour la comparaison des tendances de groupes RN vs. hors-RN. Cependant si cette méthode (plus adaptée car permettant une meilleure estimation des tendances des espèces) était utilisée pour chaque espèce en RN, les indicateurs n'auraient pas pu être comparés au niveau national ou au niveau européen.

## Conclusion et applications en conservation

L'application de ce suivi aux réserves naturelles, sous la coordination du réseau RNF et du MNHN, nous a permis d'étudier les principales différences caractérisant les communautés aviaires suivies durant 15 ans dans les réserves naturelles et hors réserves. La mise en place d'un programme national de suivi des populations d'oiseaux nicheurs sur le long terme est donc très intéressante et nécessaire pour estimer les tendances et tenter de les expliquer afin de mettre en place des plans de gestion ou des statuts de protection adéquats. Les résultats d'analyse des données peuvent être importants dans les objectifs de conservation. Ces suivis sont également très utiles pour le monde de la recherche (cf. nombreuses thèses et publications qui se basent sur les données STOC ; Jiguet *et al.*, 2012), sans parler de leur valeur indicatrice pour évaluer l'évolution de la biodiversité en France (cf. indicateurs de l'Observatoire National de la

Biodiversité : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr>) et dans les réserves naturelles (Gilg *et al.*, 2019).

Les gestionnaires des RN peuvent ainsi avoir un aperçu de l'état de conservation de leur site et les comparer aux autres. Pour obtenir plus de précisions sur les tendances des oiseaux communs, il faudrait conserver cet effort de suivi au niveau des réserves. Avec l'ajout de données dans le futur, de nouvelles tendances fiables émergeront sans doute pour d'autres espèces.

Ces résultats originaux et très encourageants des divers « effets réserves » sur les oiseaux communs peuvent notamment s'expliquer par des perturbations anthropiques de moindre intensité dans les Réserves naturelles, et par une plus grande résilience de ces milieux dans les espaces protégés. Etant donné que les réserves naturelles contiennent peu de surfaces agricoles exploitées, les spécialistes de ces milieux ne sont pas soumis aux pressions citées précédemment. La stabilité ou la tendance positive observée pour les groupes spécialistes est encourageante pour les Réserves naturelles de France.

Cette étude présente des résultats cohérents avec ce qui a été observé depuis plusieurs années au niveau national et européen, à savoir un déclin significatif des populations d'oiseaux communs durant les dernières décennies. Cependant, nos résultats montrent que ce déclin est moins important (voire inexistant pour certains groupes) dans les RN. Les oiseaux communs bénéficient donc bien des mesures de protection mises en place dans les Réserves naturelles de France, et cette protection leur est même bénéfique en périphérie (< 3km) de ces sites. Cette étude est la première à décrire une telle différence entre sites hors-RN et sites RN en utilisant toutes les données du STOC.

## Bibliographie

Artificialisation des sols [en ligne], n.d.. Gouvernement.fr. URL <https://www.gouvernement.fr/indicateur-artificialisation-sols> (consulté le 8.13.19).

Atlas régional de l'occupation des sols en France (CLC) | Données et études statistiques [en ligne], n.d. URL <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/atlas-regional-de-l-occupation-des-sols-en-france-clc> (consulté le 9.16.19).

Boatman, N.D., Brickle, N.W., Hart, J.D., Milsom, T.P., Morris, A.J., Murray, A.W.A., Murray, K.A., Robertson, P.A., 2004. Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds: Indirect effects of pesticides. *Ibis* 146, 131–143. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00347.x>

Brooks, M., E., Kristensen, K., Benthem, K., J., van, Magnusson, A., Berg, C., W., Nielsen, A., Skaug, H., J., Mächler, M., Bolker, B., M., 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal* 9, 378. <https://doi.org/10.32614/RJ-2017-066>

Cateau, E., Duchamp, L., Garrigue, J., Gleizes, L., Tournier, H., Debaive, N., 2017. Le patrimoine forestier des réserves naturelles, Focus sur les forêts à caractère naturel, Cahier RNF, 104 p

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1, e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Dirzo, R., 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, E6089–E6096.

Chamberlain, D.E., Fuller, R.J., Bunce, R.G.H., Duckworth, J.C., 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales 18.

Charmantier, A., Gienapp, P., 2014. Climate change and timing of avian breeding and migration: evolutionary versus plastic changes. *Evolutionary Applications* 7, 15–28. <https://doi.org/10.1111/eva.12126>

Clavel, J., Julliard, R., Devictor, V., 2011. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment* 9, 222–228. <https://doi.org/10.1890/080216>

Coetzee, B.W.T., Gaston, K.J., Chown, S.L., 2014. Local Scale Comparisons of Biodiversity as a Test for Global Protected Area Ecological Performance: A Meta-Analysis. *PLoS ONE* 9, e105824. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105824>

Crick, H.Q.P., 2004. The impact of climate change on birds: Impact of climate change on birds. *Ibis* 146, 48–56. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00327.x>

- Devictor, V., Godet, L., Julliard, R., Couvet, D., Jiguet, F., 2007. Can common species benefit from protected areas? *Biological Conservation* 139, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.05.021>
- Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., Jiguet, F., 2008. Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 275, 2743–2748. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0878>
- Devictor, V., van Swaay, C., Brereton, T., Brotons, L., Chamberlain, D., Heliölä, J., Herrando, S., Julliard, R., Kuussaari, M., Lindström, Å., Reif, J., Roy, D.B., Schweiger, O., Settele, J., Stefanescu, C., Van Strien, A., Van Turnhout, C., Vermouzek, Z., WallisDeVries, M., Wynhoff, I., Jiguet, F., 2012. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change* 2, 121–124. <https://doi.org/10.1038/nclimate1347>
- Donald, P.F., Green, R.E., Heath, M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 268, 25–29. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1325>
- Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J., van Bommel, F.P.J., 2006. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116, 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.007>
- Eng, M.L., Stutchbury, B.J.M., Morrissey, C.A., 2019. A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. *Science* 365, 1177–1180. <https://doi.org/10.1126/science.aaw9419>
- European Commission, Directorate-General for the Environment, Royal Society for the Protection of Birds (RSPB), 2018. International single species action plan for the conservation of the European turtle-dove *Streptopelia turtur* (2018 to 2028).
- Évolution de la population – Bilan démographique 2018 | Insee [en ligne], n.d. URL <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1892117?sommaire=1912926> (consulté le 8.13.19).
- Fuller, R.J., Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Marchant, J.H., Wilson, J.D., Baillie, S.R., Carter, N., 1995. Population Declines and Range Contractions among Lowland Farmland Birds in Britain. *Conservation Biology* 9, 1425–1441. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.09061425.x>
- Gardner, W., Mulvey, E.P., Shaw, E.C., 1995. Regression analyses of counts and rates: Poisson, overdispersed Poisson, and negative binomial models. *Psychological Bulletin* 118, 392–404. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.118.3.392>
- Gaston, K.J., 2010. Valuing Common Species. *Science* 327, 154–155. <https://doi.org/10.1126/science.1182818>
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control

potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>

Gilg, O., 2005. Old-growth forests: characteristics, conservation and monitoring, Habitat and species management technical report. GIP ATEN, Montpellier.

Gilg, O., Fiers, V., Despert, Y., 2008. Observatoire du Patrimoine naturel des Réserves Naturelles de France 2007. Milieux forestiers. Réserves Naturelles de France, Quétigny.

Gilg O., Roche A., Figuet S., Robert S., Barnier F., Witte I., Poncet L. et Touroult J. (Coord.) 2019. Le patrimoine naturel en France et dans les Réserves naturelles : état des lieux. Réserves Naturelles de France – UMS PatriNat (AFB-CNRS-MNHN), Dijon, 44 p.

Godet, L., Devictor, V., Jiguet, F., 2007. Estimating relative population size included within protected areas. *Biodiversity and Conservation* 16, 2587–2598. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9020-2>

Gregory, R.D., Skorpilova, J., Vorisek, P., Butler, S., 2019. An analysis of trends, uncertainty and species selection shows contrasting trends of widespread forest and farmland birds in Europe. *Ecological Indicators* 103, 676–687. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.064>

Guetté, A., Gaüzère, P., Devictor, V., Jiguet, F., Godet, L., 2017. Measuring the synanthropy of species and communities to monitor the effects of urbanization on biodiversity. *Ecological Indicators* 79, 139–154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.018>

Hallmann, C.A., Foppen, R.P.B., van Turnhout, C.A.M., de Kroon, H., Jongejans, E., 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511, 341–343. <https://doi.org/10.1038/nature13531>

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D., de Kroon, H., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12, e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Hanski, I., 2005. The shrinking world: ecological consequences of habitat loss. International Ecology Institute.

Harris, G., Pimm, S.L., 2008. Range Size and Extinction Risk in Forest Birds: Range Size and Extinction Risk. *Conservation Biology* 22, 163–171. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00798.x>

Inger, R., Gregory, R., Duffy, J.P., Stott, I., Voříšek, P., Gaston, K.J., 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters* 18, 28–36. <https://doi.org/10.1111/ele.12387>

Jiguet, F., 2009. Method learning caused a first-time observer effect in a newly started breeding bird survey. *Bird Study* 56, 253–258. <https://doi.org/10.1080/00063650902791991>

Jiguet, F., Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., 2012. French citizens monitoring ordinary birds provide tools for conservation and ecological sciences. *Acta Oecologica* 44, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.05.003>

- Jiguet, F., Gadot, A.-S., Julliard, R., Newson, S.E., Couvet, D., 2007. Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biology* 13, 1672–1684. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01386.x>
- Julliard, R., Jiguet, F., 2002. Un suivi intégré des populations d'oiseaux communs en France.
- Julliard, R., Jiguet, F., Couvet, D., 2004. Common birds facing global changes: what makes a species at risk? *Global Change Biology* 10, 148–154. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2003.00723.x>
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F., Couvet, D., 2006. Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters* 9, 1237–1244. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00977.x>
- Kerbiriou, C., Le Viol, I., Jiguet, F., Devictor, V., 2009. More species, fewer specialists: 100 years of changes in community composition in an island biogeographical study. *Diversity and Distributions* 15, 641–648. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00569.x>
- Le Viol, I., Jiguet, F., Brotons, L., Herrando, S., Lindström, Å., Pearce-Higgins, J.W., Reif, J., Van Turnhout, C., Devictor, V., 2012. More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. *Biology Letters* 8, 780–782. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0496>
- Lorrillière R. & D Gonzalez D., 2016, Déclinaison régionale des indicateurs issus du Suivi Temporel des Oiseaux Communs (STOC), Rapport MNHN-CESCO. [http://www.naturefrance.fr/sites/default/files/fichiers/ressources/pdf/160513\\_note\\_methodologique\\_indice\\_stoc.pdf](http://www.naturefrance.fr/sites/default/files/fichiers/ressources/pdf/160513_note_methodologique_indice_stoc.pdf)
- Maclean, I.M.D., Hopkins, J.J., Bennie, J., Lawson, C.R., Wilson, R.J., 2015. Microclimates buffer the responses of plant communities to climate change: Community responses to climate change. *Global Ecology and Biogeography* 24, 1340–1350. <https://doi.org/10.1111/geb.12359>
- Millennium Ecosystem Assessment (Program) (Ed.), 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Moisselin, J.-M., Schneider, M., Canellas, C., 2002. Les changements climatiques en France au XX<sup>e</sup> siècle. Etude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations. *La Météorologie* 8, 45. <https://doi.org/10.4267/2042/36233>
- National species indices and trends 2018 | European Bird Census Council, n.d. URL <https://www.ebcc.info/art-634/> (accessed 8.6.19).
- Normales et extrêmes de l'été [en ligne], n.d. URL <http://www.meteofrance.fr/actualites/37656678-normales-et-extremes-de-l-ete> (consulté le 9.10.19).
- Paillet, Y., Archaux, F., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F., Guilbert, E., 2017. Snags and large trees drive higher tree microhabitat densities in strict forest reserves. *Forest Ecology and Management* 389, 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.12.014>
- Pellissier, V., Touroult, J., Julliard, R., Siblet, J.P., Jiguet, F., 2013. Assessing the Natura 2000 network with a common breeding birds survey: Assessing Natura 2000 with a common breeding birds survey. *Animal Conservation* 16, 566–574. <https://doi.org/10.1111/acv.12030>



Produire des indicateurs à partir des indices des espèces [en ligne], n.d.. Vigie-Nature. URL <http://www.vigienature.fr/fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-especes-habitat> (consulté le 9.9.19).

Régnier, C., Achaz, G., Lambert, A., Cowie, R.H., Bouchet, P., Fontaine, B., 2015. Mass extinction in poorly known taxa. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 7761–7766. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502350112>

Ripple, W.J., Wolf, C., Newsome, T.M., Hoffmann, M., Wirsing, A.J., McCauley, D.J., 2017. Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 10678–10683. <https://doi.org/10.1073/pnas.1702078114>

Sauer, J.R., Hines, J.E., Gough, G., Thomas, I., Peterjohn, B.G., 1997. *The North American Breeding Bird Survey Results and Analysis Version 96.4*. Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland.

Stanton, R.L., Morrissey, C.A., Clark, R.G., 2018. Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 254, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.028>

Stephens, P.A., Mason, L.R., Green, R.E., Gregory, R.D., Sauer, J.R., Alison, J., Aunins, A., Brotons, L., Butchart, S.H.M., Campedelli, T., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., Crowe, O., Elts, J., Escandell, V., Foppen, R.P.B., Heldbjerg, H., Herrando, S., Husby, M., Jiguet, F., Lehikoinen, A., Lindstrom, A., Noble, D.G., Paquet, J.-Y., Reif, J., Sattler, T., Szep, T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., van Strien, A.J., van Turnhout, C.A.M., Vorisek, P., Willis, S.G., 2016. Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science* 352, 84–87. <https://doi.org/10.1126/science.aac4858>

Teysède, A., Barbault, R. et Chevassus, B., 2004. Vers une sixième grande crise d'extinction ? In : Biodiversité et changements globaux : Enjeux de société et défis pour la recherche. p. 27., n.d.

Trends of common birds in Europe, 2017 update | European Bird Census Council [en ligne], n.d. URL <https://www.ebcc.info/trends-of-common-birds-in-europe-2017-update/> (consulté le 8.6.19).

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. Paris, France.

Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F., 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389–395. <https://doi.org/10.1038/416389a>

Wretenberg, J., Lindström, Å., Svensson, S., Thierfelder, T., Pärt, T., 2006. Population trends of farmland birds in Sweden and England: similar trends but different patterns of agricultural intensification: Farmland bird trends in Sweden. *Journal of Applied Ecology* 43, 1110–1120. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01216.x>

Zuur, A.F. (Ed.), 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*, Statistics for biology and health. Springer, New York, NY.

## Annexes

*Annexe 1 : Liste des Réserves naturelles appliquant le protocole STOC depuis 2001 (en rose : les carrés nationaux situés dans les réserves)*

| Réserve naturelle                       | TYPE/CODE | Réserve naturelle                                | TYPE/CODE      |
|---|-----------|--|----------------|
| ASTROBLEME DE ROCHECHOUART-CHASSENON    | RNN169    | LILLEAU DES NIGES                                | RNN45          |
| BAGNAS                                  | RNN67     | LOIRE BOURGUIGNONNE                              | RNR304         |
| BAIE DE CANCHE                          | RNN87     | MANTET   | RNN72          |
| BAIE DE L'AIGUILLON (CHARENTE-MARITIME) | RNN146    | MARAIS D'ORX                                     | RNN123         |
| BAIE DE L'AIGUILLON (VENDEE)            | RNN130    | MARAIS D'YVES                                    | RNN53          |
| BAIE DE SAINT-BRIEUC                    | RNN140    | MARAIS DE BONNEFONT                              | RNR226         |
| BOIS D'ENCADE                           | RNR169    | MARAIS DE CONDETTE                               | RNR198         |
| BOUT DU LAC D'ANNECY                    | RNN21     | MARAIS DE LAVOURS                                | RNN68          |
| CAMBUNET SUR LE SOR                     | RNR272    | MARAIS DU VIGUEIRAT                              | RNN175         |
| CASSE DE LA BELLE HENRIETTE             | RNN174    | MARE DE VAUVILLE                                 | RNN30          |
| MARAIS DE CHALMESSIN                    | RNN114    | MAS LARRIEU                                      | RNN70          |
| CHERINE                                 | RNN78     | MASSIF FORESTIER DE STRASBOURG-NEUHOF            | RNN176         |
| COMBE LAVAUX-JEAN ROLAND                | RNN157    | MOEZE-OLERON                                     | RNN77          |
| CONAT                                   | RNN82     | MOSELLE SAUVAGE                                  | RNR183         |
| CONFLUENCE GARONNE-ARIEGE               | RNR288    | NOHEDES  | RNN84          |
| CONTAMINES-MONTJOIE                     | RNN38     | NYER   | RNR128         |
| COTEAUX DE LA SEINE                     | RNN170    | PARTIAS  | RNR94          |
| COTEAUX DU PONT-BARRE                   | RNR58     | PASSY  | RNN50          |
| COURANT D'HUCHET                        | RNN57     | PETITE CAMARGUE ALSACIENNE                       | RNN60          |
| MARAIS VERNIER                          | RNN177    | PINAIL   | RNN44          |
| DELTA DE LA DRANSE                      | RNN43     | PLATEAU DES LANDES                               | RNR210         |
| ETANG DE BELVAL-EN-ARGONNE              | RNR250    | PLATIER D'OYE                                    | RNN86          |
| ETANG DE LA HORRE                       | RNN149    | PRATS-DE-MOLLO-LA-PRESTE                         | RNN81          |
| ETANG DES LANDES                        | RNN158    | PY   | RNN71          |
| ETANG DU COUSSEAU                       | RNN31     | RAMIERES DU VAL DE DROME                         | RNN89          |
| ETANG DU GRAND-LEMPES                   | RNN115    | RAVIN DE VALBOIS                                 | RNN66          |
| ETANG DU ROMELAERE                      | RNN168    | RESERVE GEOLOGIQUE DE SAUCATS ET LA BREDE        | RNN62          |
| ETANG NOIR                              | RNN17     | ROC DE CHERE                                     | RNN36          |
| ETANGS DE MEPIEU                        | RNR159    | SAINT DENIS-DU-PAYRE                             | RNN33          |
| FORET D'ORIENT                          | RNN154    | SAINT QUENTIN-EN-YVELINES                        | RNN80          |
| FORET DE LA MASSANE                     | RNN6      | SAINT-MESMIN                                     | RNN26          |
| FORET DOMANIALE DE CERISY               | RNN28     | SAINTE VICTOIRE                                  | RNN117         |
| FRANKENTHAL-MISSHEIMLE                  | RNN126    | SEIGNE DES BARBOUILLONS                          | RNR281         |
| GORGES DE DALUIS                        | RNR262    | TOUR DU VALAT                                    | RNR1           |
| GORGES DE L'ARDECHE                     | RNN41     | TOURBIERE DE MACHAIS                             | RNN94          |
| GORGES DE LA LOIRE                      | RNR77     | TOURBIERE DES DAUGES                             | RNN144         |
| VALLEES DE LA GRAND-PIERRE ET DE VITAIN | RNN37     | TOURBIERES DE FRASNE-BOUVERANS                   | RNR273         |
| HAUTS PLATEAUX DU VERCORS               | RNN74     | VAL DE LOIRE                                     | RNN127         |
| ILE DE LA PLATIERE                      | RNN79     | VALLEE D'EYNE                                    | RNN113         |
| ILE DU GIRARD                           | RNN61     | VALLEE DE CHAUDEFOR                              | RNN105         |
| ILE DU ROHRSCOLLEN                      | RNN133    | VENEC  | RNN111         |
| JUJOLS                                  | RNN83     | COUSSOULS DE CRAU                                | RNN152-N130793 |
| LA BASSEE                               | RNN155    | PLAINE DES MAURES                                | RNN171-N831009 |
| LA MASSONNE                             | RNR111    | MASSIF DU PIBESTE-AOULHET                        | RNR241-N650477 |
| LA TRUCHERE-RATENELLE                   | RNN49     | TOURBIERE DES SAISIES - BEAUFORTAIN - VAL D'ARLY | RNR265-N730074 |
| LAC DE REMORAY                          | RNN46     |  |                |
| LES COTEAUX DU FEL                      | RNR227    |  |                |

| NOMENCLATURE         |  |
|----------------------|--|
| CODE CLC             | DESCRIPTION  |
| <b>Urbains</b>       |  |
| 111                  | Tissu urbain continu (autres)  |
| 112                  | Tissu urbain discontinu (autres)   |
| <b>Forestiers</b>    |  |
| 311                  | Forêts de feuillus   |
| 312                  | Forêts de conifères  |
| 313                  | Forêts mélangées   |
| 323                  | Végétation sclérophylle  |
| 324                  | Forêt et végétation arbustive en mutation  |
| <b>Agricoles</b>     |  |
| 211                  | Terres arables hors périmètres d'irrigation  |
| 212                  | Périmètres irrigués en permanence  |
| 213                  | Rizières   |
| 221                  | Vignobles  |
| 222                  | Vergers et petits fruits   |
| 223                  | Oliveraies   |
| 231                  | Prairies   |
| 241                  | Cultures annuelles associées aux cultures permanentes                                |
| 242                  | Systèmes cultureux et parcellaires complexes   |
| 243                  | Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants |
| 244                  | Territoires agro-forestiers  |
| <b>Ouverts</b>       |  |
| 321                  | Pelouses et pâturages naturels   |
| 322                  | Landes et broussailles   |
| 331                  | Plages, dunes et sable   |
| 332                  | Roches nues  |
| 333                  | Végétation clairsemée  |
| 334                  | Zones incendiées   |
| 335                  | Glaciers et neiges éternelles  |
| <b>Zones humides</b> |  |
| 411                  | Marais intérieurs  |
| 412                  | Tourbières   |
| 421                  | Marais maritimes   |
| 422                  | Marais salants   |
| 423                  | Zones intertidales   |
| <b>Plans d'eau</b>   |  |
| 512                  | Plans d'eau (autres)   |

*Annexe 3 : Liste de 75 espèces d'oiseaux communs nicheurs établie par le MNHN*

**Espèces généralistes (14)** : Pigeon ramier, Coucou gris, Pic vert, Fauvette à tête noire, Hypolaïs polyglotte, Rossignol philomèle, Merle noir, Accenteur mouchet, Lorient d'Europe, Mésange charbonnière, Mésange bleue, Corneille noire, Geai des chênes, Pinson des arbres.

**Espèces spécialistes des milieux agricoles (24)** : Vanneau huppé, Buse variable, Faucon crécerelle, Perdrix rouge, Perdrix grise, Caille des blés, Huppe fasciée, Alouette des champs, Alouette lulu, Cochevis huppé, Pipit farlouse, Pipit rousseline, Bergeronnette printanière, Fauvette grisette, Tarier pâtre, Tarier des prés, Traquet motteux, Pie-grièche écorcheur, Corbeau freux, Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Bruant zizi, Bruant proyer, Bruant ortolan.

**Espèces spécialistes des milieux forestiers (24)** : Pic épeiche, Pic mar, Pic cendré, Pic noir, Fauvette mélanocéphale, Pouillot de Bonelli, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Pouillot fitis, Roitelet huppé, Roitelet triple-bandeau, Sittelle torchepot, Grimpereau des jardins, Grimpereau des bois, Troglodyte mignon, Grive musicienne, Grive draine, Rouge-gorge familier, Mésange huppée, Mésange noire, Mésange nonnette, Mésange boréale, Grosbec casse-noyaux, Bouvreuil pivoine.

**Espèces spécialistes des milieux bâtis (13)** : Tourterelle turque, Martinet noir, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Rougequeue noir, Rougequeue à front blanc, Choucas des tours, Pie bavarde, Chardonneret élégant, Verdier d'Europe, Serin cini, Moineau domestique, Moineau friquet.

Annexe 4 : Critères définissant les catégories de tendances (source : European Bird Census Council, <https://www.ebcc.info/art-634/>)

| Catégorie de tendance | Définition  | Critère                                 |
|-----------------------|---|---|
| Forte augmentation    | augmentation significative de plus de 5%/an (doublement des effectifs en 15ans). La limite inférieure de l'intervalle de confiance autour de la tendance est supérieure à 1,05                    | Limite inférieure de l'IC > 1,05        |
| Augmentation modérée  | augmentation significative, mais pas significativement plus de 5%/an. La valeur inférieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 1,00 et 1,05   | 1,00 < Limite inférieure de l'IC < 1,05 |
| Stable                | pas d'augmentation ou de déclin significatif. L'intervalle de confiance englobe 1,00 (stabilité) mais sa borne inférieure est supérieure à 0,95 et sa borne supérieure est inférieure à 1,05      | 1,05 > IC > 0,95                        |
| Incertain             | aucune certitude concernant la tendance. L'intervalle de confiance est trop grand, il comprend 1,00, sa borne inférieure est plus petite que 0,95 ou sa borne supérieure est plus grande que 1,05 | 1,05 < IC > 0,95 ou 1,05 > IC < 0,95    |
| Déclin modéré         | déclin significatif, mais pas significativement plus de 5%/an. La valeur supérieure de l'intervalle de confiance est comprise entre 1,00 et 0,95  | 0,95 < Limite supérieure de l'IC < 1,00 |
| Fort déclin           | diminution significative de plus de 5%/an (perte de la moitié des effectifs en 15 ans). La limite supérieure de l'intervalle de confiance est inférieure à 0,95                                   | Limite supérieure de l'IC < 0,95        |

Annexe 5 : Listes des 30 espèces (nichant en France métropolitaine) qui présentent les maximums thermiques les plus faibles et les plus forts

| LISTE MAX.THERMIQUES FAIBLES | LISTE MAX.THERMIQUES FORTS |
|------------------------------|----------------------------|
| Accenteur mouchet            | Fauvette mélanocéphale     |
| Pigeon colombin              | Bruant zizi                |
| Pipit farlouse               | Pouillot de Bonelli        |
| Pipit des arbres             | Rossignol philomèle        |
| Fauvette des jardins         | Perdrix rouge              |
| Pouillot fitis               | Tarier pâtre               |
| Pouillot siffleur            | Hypolaïs polyglotte        |
| Roitelet huppé               | Bruant proyer              |
| Tarier des prés              | Serin cini                 |
| Corbeau freux                | Huppe fasciée              |
| Mésange huppée               | Grimpereau des jardins     |
| Mésange nonnette             | Alouette lulu              |
| Mésange boréale              | Tourterelle des bois       |
| Bouvreuil pivoine            | Chardonneret élégant       |
| Bruant jaune                 | Linotte mélodieuse         |

*Annexe 6 : Tendances des 56 espèces d'oiseaux nicheurs contactées au sein des réserves naturelles ayant des tendances fiables de 2004 à 2018*

| Espèce                    | tendance | IC_inf | IC_sup | % variation | err_standard | p_value | significatif | Tendance EBCC        |
|---------------------------|----------|--------|--------|-------------|--------------|---------|--------------|----------------------|
| Roitelet à triple bandeau | 1,115    | 1,09   | 1,128  | 356,596     | 0,0102       | 0       | TRUE         | Forte augmentation   |
| Pic noir                  | 1,084    | 1,061  | 1,111  | 209,81      | 0,015        | 0       | TRUE         | Forte augmentation   |
| Linotte mélodieuse        | 1,057    | 1,039  | 1,075  | 116,785     | 0,0104       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Cygne tuberculé           | 1,054    | 1,035  | 1,075  | 109,712     | 0,01         | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Mésange huppée            | 1,053    | 1,031  | 1,071  | 105,565     | 0,0093       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Mésange noire             | 1,045    | 1,034  | 1,059  | 85,677      | 0,0062       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Grimpereau des jardins    | 1,042    | 1,029  | 1,051  | 78,192      | 0,0058       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Tarier patre              | 1,039    | 1,024  | 1,053  | 70,786      | 0,0075       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Héron cendré              | 1,036    | 1,015  | 1,058  | 63,858      | 0,0111       | 0,001   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Pigeon ramier             | 1,035    | 1,026  | 1,048  | 62,188      | 0,0052       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Bouscarle de Cetti        | 1,033    | 1,025  | 1,041  | 57,998      | 0,0044       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Hirondelle rustique       | 1,032    | 1,016  | 1,051  | 55,416      | 0,0106       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Grive draine              | 1,031    | 1,014  | 1,047  | 53,305      | 0,0085       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Rougequeue noir           | 1,029    | 1,011  | 1,051  | 49,655      | 0,0122       | 0,015   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Mésange à longue queue    | 1,025    | 1,003  | 1,042  | 41,648      | 0,0097       | 0,009   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Canard colvert            | 1,025    | 1,008  | 1,047  | 41,19       | 0,0082       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Mésange bleue             | 1,022    | 1,012  | 1,033  | 36,175      | 0,0055       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Faucon crécerelle         | 1,02     | 0,995  | 1,041  | 32,795      | 0,0123       | 0,094   | FALSE        | Stable               |
| Mésange charbonnière      | 1,02     | 1,012  | 1,029  | 31,976      | 0,0045       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Fauvette à tête noire     | 1,019    | 1,012  | 1,026  | 30,936      | 0,0033       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Grive musicienne          | 1,017    | 1,007  | 1,028  | 27,169      | 0,0052       | 0,001   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Fauvette grisette         | 1,016    | 1,005  | 1,028  | 25,685      | 0,0056       | 0,003   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Merle noir                | 1,016    | 1,007  | 1,024  | 24,875      | 0,0042       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Mésange nonnette          | 1,016    | 0,998  | 1,033  | 24,283      | 0,0093       | 0,092   | FALSE        | Stable               |
| Rougegorge familier       | 1,015    | 1,005  | 1,024  | 22,596      | 0,0047       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Pinson des arbres         | 1,014    | 1,009  | 1,022  | 21,312      | 0,0037       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée |
| Bergeronnette grise       | 1,014    | 0,998  | 1,031  | 20,744      | 0,0112       | 0,225   | FALSE        | Stable               |
| Buse variable             | 1,012    | 0,992  | 1,032  | 17,984      | 0,0115       | 0,301   | FALSE        | Stable               |
| Pic épeiche               | 1,011    | 1      | 1,023  | 16,583      | 0,006        | 0,065   | FALSE        | Stable               |
| Pipit des arbres          | 1,011    | 0,996  | 1,028  | 16,349      | 0,0072       | 0,131   | FALSE        | Stable               |
| Faisan de Colchide        | 1,01     | 0,995  | 1,021  | 14,883      | 0,0074       | 0,174   | FALSE        | Stable               |
| Hypolaïs polyglotte       | 1,01     | 0,999  | 1,02   | 14,264      | 0,0065       | 0,14    | FALSE        | Stable               |
| Pouillot véloce           | 1,009    | 1      | 1,019  | 13,165      | 0,0044       | 0,045   | TRUE         | Augmentation modérée |
| Troglodyte mignon         | 1,005    | 0,997  | 1,012  | 6,609       | 0,0041       | 0,258   | FALSE        | Stable               |
| Sittelle torchepot        | 1,004    | 0,992  | 1,019  | 6,453       | 0,0067       | 0,502   | FALSE        | Stable               |
| Pic vert                  | 1,003    | 0,988  | 1,018  | 4,896       | 0,0072       | 0,636   | FALSE        | Stable               |
| Geai des chênes           | 1,003    | 0,99   | 1,018  | 4,612       | 0,0072       | 0,655   | FALSE        | Stable               |
| Corneille noire           | 1,003    | 0,99   | 1,016  | 4,319       | 0,0062       | 0,625   | FALSE        | Stable               |
| Coucou gris               | 0,999    | 0,985  | 1,011  | -1,539      | 0,0063       | 0,86    | FALSE        | Stable               |
| Rousserolle effarvate     | 0,995    | 0,983  | 1,006  | -7,034      | 0,0059       | 0,381   | FALSE        | Stable               |
| Chardonneret élégant      | 0,995    | 0,976  | 1,019  | -7,138      | 0,0117       | 0,653   | FALSE        | Stable               |
| étourneau sansonnet       | 0,994    | 0,977  | 1,01   | -7,616      | 0,0103       | 0,585   | FALSE        | Stable               |
| Rossignol philomèle       | 0,991    | 0,983  | 0,999  | -12,447     | 0,0041       | 0,022   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Accenteur mouchet         | 0,99     | 0,978  | 1,002  | -12,835     | 0,0069       | 0,16    | FALSE        | Stable               |
| Loriot d'Europe           | 0,989    | 0,976  | 1,003  | -14,209     | 0,0068       | 0,114   | FALSE        | Stable               |
| Alouette des champs       | 0,989    | 0,981  | 0,995  | -14,441     | 0,004        | 0,006   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Bruant des roseaux        | 0,988    | 0,973  | 1,004  | -15,843     | 0,0071       | 0,089   | FALSE        | Stable               |
| Foulque macroule          | 0,984    | 0,973  | 0,998  | -20,174     | 0,007        | 0,024   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Pie bavarde               | 0,983    | 0,968  | 0,995  | -21,525     | 0,0076       | 0,025   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Fauvette des jardins      | 0,982    | 0,965  | 0,998  | -22,956     | 0,0083       | 0,029   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Gallinule poule-d'eau     | 0,979    | 0,967  | 0,998  | -25,328     | 0,0078       | 0,009   | TRUE         | Déclin modéré        |
| Martinet noir             | 0,975    | 0,954  | 1,003  | -30,329     | 0,0129       | 0,052   | FALSE        | Stable               |
| Tourterelle des bois      | 0,965    | 0,95   | 0,984  | -38,916     | 0,0079       | 0       | TRUE         | Déclin modéré        |
| Moineau domestique        | 0,964    | 0,95   | 0,983  | -39,762     | 0,0087       | 0       | TRUE         | Déclin modéré        |
| Verdier d'Europe          | 0,958    | 0,939  | 0,978  | -45,199     | 0,0092       | 0       | TRUE         | Déclin modéré        |
| Bruant jaune              | 0,956    | 0,946  | 0,965  | -46,639     | 0,0052       | 0       | TRUE         | Déclin modéré        |



*Annexe 7 : Tendances de 158 espèces d'oiseaux nicheurs contactées au sein des réserves naturelles de 2004 à 2018*

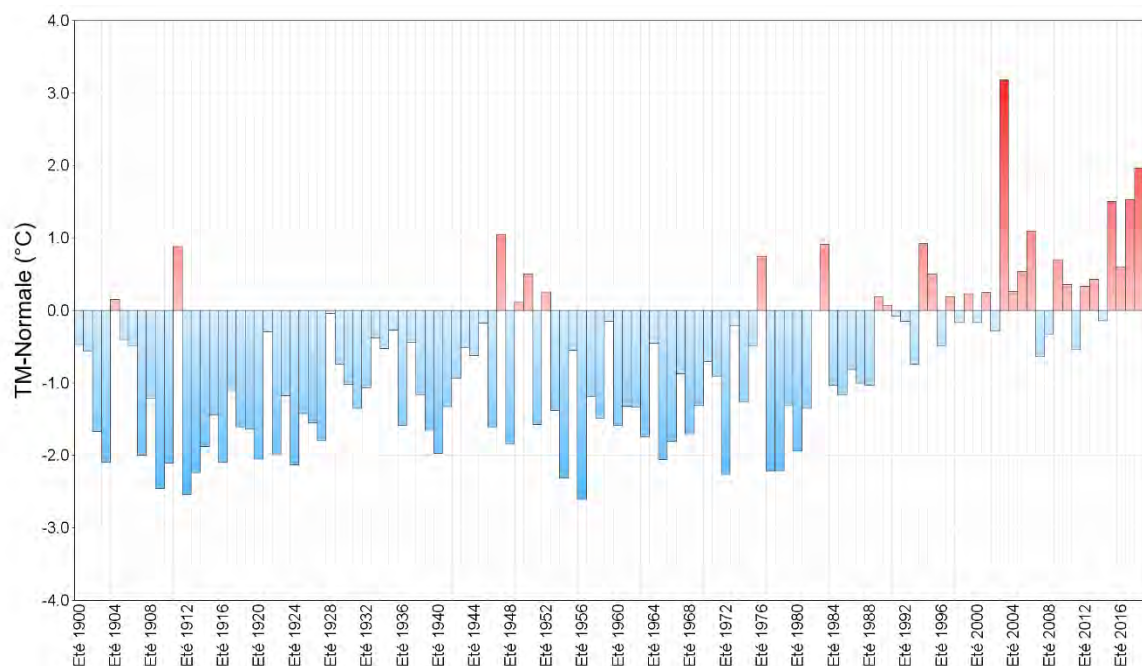
| Espèce                    | Tendance | IC_inf | IC_sup | % variation | err_standard | p_value | significatif | Tendance EBCC        | validation | raison_incertitude |
|---------------------------|----------|--------|--------|-------------|--------------|---------|--------------|----------------------|------------|--------------------|
| Oedicnème criard          | 1,127    | 1,093  | 1,157  | 435,128     | 0,0184       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Grimpereau des bois       | 1,18     | 1,134  | 1,229  | 910,797     | 0,0231       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Grand Corbeau             | 1,102    | 1,063  | 1,133  | 288,049     | 0,0201       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Pic mar                   | 1,107    | 1,086  | 1,13   | 316,759     | 0,0128       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Pic noir                  | 1,084    | 1,061  | 1,111  | 209,81      | 0,015        | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | bon        |                    |
| Bec-croisé des sapins     | 1,201    | 1,167  | 1,261  | 1198,601    | 0,0257       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Grand Cormoran            | 1,09     | 1,06   | 1,134  | 232,033     | 0,018        | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Roitelet à triple bandeau | 1,115    | 1,09   | 1,128  | 356,596     | 0,0102       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | bon        |                    |
| Hirondelle de rivage      | 1,228    | 1,177  | 1,282  | 1678,992    | 0,0342       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Butor étoilé              | 1,155    | 1,129  | 1,181  | 649,258     | 0,0123       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Bernache du Canada        | 1,1      | 1,082  | 1,118  | 277,507     | 0,01         | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Aigle botté               | 1,127    | 1,101  | 1,161  | 434,027     | 0,0163       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Spatule blanche           | 1,143    | 1,093  | 1,202  | 550,285     | 0,0244       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Sterne naine              | 1,215    | 1,181  | 1,247  | 1432,233    | 0,0186       | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Chouette hulotte          | 1,133    | 1,071  | 1,177  | 477,199     | 0,029        | 0       | TRUE         | Augmentation forte   | Incertain  | espece trop rare   |
| Rousserolle verderolle    | 1,034    | 1,02   | 1,049  | 59,3        | 0,008        | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Chevalier guignette       | 1,037    | 1,006  | 1,071  | 66,506      | 0,0166       | 0,023   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Mésange à longue queue    | 1,025    | 1,003  | 1,042  | 41,648      | 0,0097       | 0,009   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Canard colvert            | 1,025    | 1,008  | 1,047  | 41,19       | 0,0082       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Pipit rousseline          | 1,057    | 1,045  | 1,071  | 116,301     | 0,0073       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Pipit spioncelle          | 1,029    | 1,014  | 1,049  | 48,717      | 0,0101       | 0,004   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Héron cendré              | 1,036    | 1,015  | 1,058  | 63,858      | 0,0111       | 0,001   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Héron garde-boeufs        | 1,049    | 1,02   | 1,073  | 96,065      | 0,0139       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Linotte mélodieuse        | 1,057    | 1,039  | 1,075  | 116,785     | 0,0104       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Grimpereau des jardins    | 1,042    | 1,029  | 1,051  | 78,192      | 0,0058       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Bouscarle de Cetti        | 1,033    | 1,025  | 1,041  | 57,998      | 0,0044       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Petit Gravelot            | 1,046    | 1,022  | 1,076  | 86,658      | 0,0154       | 0,003   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Cigogne blanche           | 1,041    | 1,028  | 1,055  | 76,334      | 0,008        | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Grosbec casse-noyaux      | 1,028    | 1,009  | 1,051  | 46,749      | 0,0114       | 0,013   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Pigeon colombin           | 1,028    | 1,006  | 1,045  | 47,017      | 0,0111       | 0,011   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Pigeon ramier             | 1,035    | 1,026  | 1,048  | 62,188      | 0,0052       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Cygne tuberculé           | 1,054    | 1,035  | 1,075  | 109,712     | 0,01         | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Aigrette garzette         | 1,063    | 1,04   | 1,091  | 135,575     | 0,0122       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Rougegorge familier       | 1,015    | 1,005  | 1,024  | 22,596      | 0,0047       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Faucon hobereau           | 1,069    | 1,009  | 1,121  | 153,877     | 0,0279       | 0,011   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Pinson des arbres         | 1,014    | 1,009  | 1,022  | 21,312      | 0,0037       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Hirondelle rustique       | 1,032    | 1,016  | 1,051  | 55,416      | 0,0106       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Torcol fourmilier         | 1,069    | 1,025  | 1,103  | 153,305     | 0,0194       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Goéland leucopnée         | 1,032    | 0,999  | 1,06   | 54,977      | 0,0162       | 0,046   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Mouette rieuse            | 1,041    | 1,021  | 1,059  | 75,514      | 0,0101       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Gorgebleue à miroir       | 1,033    | 1,022  | 1,042  | 57,375      | 0,0072       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Milan noir                | 1,029    | 1,008  | 1,047  | 48,341      | 0,0097       | 0,003   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Gobemouche gris           | 1,031    | 1,008  | 1,052  | 53,281      | 0,012        | 0,009   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Courlis cendré            | 1,047    | 1,009  | 1,079  | 91,031      | 0,0182       | 0,008   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Traquet motteux           | 1,073    | 1,038  | 1,102  | 169,08      | 0,0167       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Mésange noire             | 1,045    | 1,034  | 1,059  | 85,677      | 0,0062       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Mésange bleue             | 1,022    | 1,012  | 1,033  | 36,175      | 0,0055       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Mésange huppée            | 1,053    | 1,031  | 1,071  | 105,565     | 0,0093       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Mésange charbonnière      | 1,02     | 1,012  | 1,029  | 31,976      | 0,0045       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Mésange boréale           | 1,028    | 1,009  | 1,044  | 47,855      | 0,0095       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Rougequeue noir           | 1,029    | 1,011  | 1,051  | 49,655      | 0,0122       | 0,015   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Pouillot de Bonelli       | 1,02     | 0,999  | 1,041  | 31,581      | 0,0098       | 0,042   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Pouillot véloce           | 1,009    | 1      | 1,019  | 13,165      | 0,0044       | 0,045   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Pic cendré                | 1,094    | 1,041  | 1,154  | 250,565     | 0,0265       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Tarier patre              | 1,039    | 1,024  | 1,053  | 70,786      | 0,0075       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Tourterelle turque        | 1,031    | 1,006  | 1,064  | 53,617      | 0,0152       | 0,038   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Fauvette à tête noire     | 1,019    | 1,012  | 1,026  | 30,936      | 0,0033       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Fauvette grisette         | 1,016    | 1,005  | 1,028  | 25,685      | 0,0056       | 0,003   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Fauvette mélanocéphale    | 1,019    | 1,008  | 1,028  | 30,111      | 0,0063       | 0,002   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Merle noir                | 1,016    | 1,007  | 1,024  | 24,875      | 0,0042       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Grive musicienne          | 1,017    | 1,007  | 1,028  | 27,169      | 0,0052       | 0,001   | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Grive draine              | 1,031    | 1,014  | 1,047  | 53,305      | 0,0085       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | bon        |                    |
| Canard souchet            | 1,068    | 1,032  | 1,094  | 149,714     | 0,0188       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Oie cendrée               | 1,06     | 1,041  | 1,079  | 126,925     | 0,0119       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Fuligule morillon         | 1,057    | 1,032  | 1,086  | 117,97      | 0,0138       | 0       | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Barge à queue noire       | 1,041    | 1,001  | 1,079  | 75,807      | 0,0213       | 0,05    | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |
| Balbutard pêcheur         | 1,097    | 1,035  | 1,159  | 263,344     | 0,0312       | 0,001   | TRUE         | Augmentation modérée | Incertain  | espece trop rare   |

|                           |       |       |       |         |        |       |       |               |           |                  |
|---------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|---------------|-----------|------------------|
| Alouette des champs       | 0,989 | 0,981 | 0,995 | -14,441 | 0,004  | 0,006 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Perdrix rouge             | 0,92  | 0,881 | 0,952 | -68,875 | 0,0201 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Pipit farlouse            | 0,939 | 0,923 | 0,954 | -58,265 | 0,0077 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Verdier d'Europe          | 0,958 | 0,939 | 0,978 | -45,199 | 0,0092 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Busard des roseaux        | 0,971 | 0,944 | 0,997 | -33,539 | 0,0142 | 0,046 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Choucas des tours         | 0,959 | 0,925 | 1,005 | -44,457 | 0,0195 | 0,039 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Caille des blés           | 0,94  | 0,9   | 0,979 | -57,935 | 0,0217 | 0,008 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Bruant jaune              | 0,956 | 0,946 | 0,965 | -46,639 | 0,0052 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Foulque macroule          | 0,984 | 0,973 | 0,998 | -20,174 | 0,007  | 0,024 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Gallinule poule-d'eau     | 0,979 | 0,967 | 0,998 | -25,328 | 0,0078 | 0,009 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Echasse blanche           | 0,952 | 0,937 | 0,97  | -50,089 | 0,0086 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Goéland marin             | 0,96  | 0,948 | 0,972 | -43,13  | 0,0058 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Locustelle tachetée       | 0,95  | 0,932 | 0,971 | -51,085 | 0,0086 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Alouette lulu             | 0,976 | 0,957 | 0,997 | -28,796 | 0,0098 | 0,016 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Rossignol philomèle       | 0,991 | 0,983 | 0,999 | -12,447 | 0,0041 | 0,022 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Moineau domestique        | 0,964 | 0,95  | 0,983 | -39,762 | 0,0087 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Moineau friquet           | 0,961 | 0,926 | 0,991 | -42,861 | 0,0183 | 0,036 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Pie bavarde               | 0,983 | 0,968 | 0,995 | -21,525 | 0,0076 | 0,025 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Avocette élégante         | 0,983 | 0,967 | 0,996 | -20,9   | 0,0073 | 0,024 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Roitelet huppé            | 0,959 | 0,934 | 0,982 | -44,367 | 0,0115 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Tarier des prés           | 0,968 | 0,948 | 0,991 | -36,505 | 0,0111 | 0,005 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Serin cini                | 0,97  | 0,943 | 0,997 | -34,27  | 0,0133 | 0,029 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Tourterelle des bois      | 0,965 | 0,95  | 0,984 | -38,916 | 0,0079 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Fauvette des jardins      | 0,982 | 0,965 | 0,998 | -22,956 | 0,0083 | 0,029 | TRUE  | Déclin modéré | bon       |                  |
| Fauvette pitchou          | 0,981 | 0,969 | 0,996 | -23,022 | 0,0074 | 0,013 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Tadorne de Belon          | 0,985 | 0,972 | 0,999 | -18,963 | 0,0074 | 0,045 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Merle à plastron          | 0,951 | 0,938 | 0,971 | -50,636 | 0,0096 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Vanneau huppé             | 0,951 | 0,931 | 0,968 | -50,332 | 0,0098 | 0     | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Sarcelle d'été            | 0,932 | 0,886 | 0,976 | -62,587 | 0,0255 | 0,01  | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Bernache cravant          | 0,97  | 0,945 | 0,993 | -34,905 | 0,014  | 0,034 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Guifette noire            | 0,925 | 0,867 | 0,972 | -66,608 | 0,0279 | 0,01  | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Bruant proyer             | 0,982 | 0,967 | 0,999 | -22,359 | 0,0082 | 0,031 | TRUE  | Déclin modéré | Incertain | espece trop rare |
| Busard cendré             | 0,913 | 0,891 | 0,94  | -71,861 | 0,0131 | 0     | TRUE  | Fort déclin   | Incertain | espece trop rare |
| Goéland argenté           | 0,876 | 0,86  | 0,892 | -84,371 | 0,0091 | 0     | TRUE  | Fort déclin   | Incertain | espece trop rare |
| Goéland brun              | 0,87  | 0,858 | 0,885 | -85,706 | 0,0069 | 0     | TRUE  | Fort déclin   | Incertain | espece trop rare |
| Tétras lyre               | 0,918 | 0,898 | 0,933 | -69,84  | 0,0092 | 0     | TRUE  | Fort déclin   | Incertain | espece trop rare |
| Locustelle luscinioidé    | 0,854 | 0,83  | 0,878 | -89,072 | 0,0151 | 0     | TRUE  | Fort déclin   | Incertain | espece trop rare |
| Martin-pêcheur d'Europe   | 1,026 | 1,002 | 1,052 | 42,46   | 0,0141 | 0,066 | FALSE | Incertain     | Incertain | espece trop rare |
| Corbeau freux             | 0,965 | 0,925 | 1,009 | -39,171 | 0,0206 | 0,097 | FALSE | Incertain     | Incertain | espece trop rare |
| Hirondelle de fenêtre     | 0,974 | 0,928 | 1,02  | -31,062 | 0,0238 | 0,276 | FALSE | Incertain     | Incertain | espece trop rare |
| Bécassine des marais      | 0,967 | 0,931 | 1,018 | -37,524 | 0,0221 | 0,142 | FALSE | Incertain     | Incertain | espece trop rare |
| Rougequeue à front blanc  | 1,014 | 0,975 | 1,058 | 21,953  | 0,0188 | 0,444 | FALSE | Incertain     | Incertain | espece trop rare |
| Epervier d'Europe         | 0,999 | 0,966 | 1,028 | -1,977  | 0,021  | 0,946 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Rousserolle turdoïde      | 1,004 | 0,993 | 1,016 | 6,4     | 0,0064 | 0,484 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Phragmite des joncs       | 1,013 | 0,995 | 1,033 | 20,14   | 0,0102 | 0,194 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Rousserolle effarvate     | 0,995 | 0,983 | 1,006 | -7,034  | 0,0059 | 0,381 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Pipit des arbres          | 1,011 | 0,996 | 1,028 | 16,349  | 0,0072 | 0,131 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Martinet noir             | 0,975 | 0,954 | 1,003 | -30,329 | 0,0129 | 0,052 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Buse variable             | 1,012 | 0,992 | 1,032 | 17,984  | 0,0115 | 0,301 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Chardonneret élégant      | 0,995 | 0,976 | 1,019 | -7,138  | 0,0117 | 0,653 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Cisticole des joncs       | 1,001 | 0,992 | 1,014 | 1,484   | 0,0065 | 0,871 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Corneille noire           | 1,003 | 0,99  | 1,016 | 4,319   | 0,0062 | 0,625 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Coucou gris               | 0,999 | 0,985 | 1,011 | -1,539  | 0,0063 | 0,86  | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Pic épeiche               | 1,011 | 1     | 1,023 | 16,583  | 0,006  | 0,065 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Pic épeichette            | 0,985 | 0,962 | 1,009 | -19,01  | 0,0116 | 0,202 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Bruant zizi               | 1,007 | 0,981 | 1,032 | 10,325  | 0,0121 | 0,558 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Bruant des roseaux        | 0,988 | 0,973 | 1,004 | -15,843 | 0,0071 | 0,089 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Faucon crécerelle         | 1,02  | 0,995 | 1,041 | 32,795  | 0,0123 | 0,094 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Cochevis huppé            | 1,005 | 0,987 | 1,02  | 6,942   | 0,0089 | 0,589 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Geai des chênes           | 1,003 | 0,99  | 1,018 | 4,612   | 0,0072 | 0,655 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Hypolaïs polyglotte       | 1,01  | 0,999 | 1,02  | 14,264  | 0,0065 | 0,14  | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Pie-grièche écorcheur     | 1,005 | 0,988 | 1,024 | 7,731   | 0,0093 | 0,567 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Guêpier d'Europe          | 1,003 | 0,968 | 1,04  | 4,038   | 0,0201 | 0,888 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Bergeronnette grise       | 1,014 | 0,998 | 1,031 | 20,744  | 0,0112 | 0,225 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Bergeronnette printanière | 1,001 | 0,987 | 1,017 | 0,895   | 0,0073 | 0,93  | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |
| Loriot d'Europe           | 0,989 | 0,976 | 1,003 | -14,209 | 0,0068 | 0,114 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Mésange nonnette          | 1,016 | 0,998 | 1,033 | 24,283  | 0,0093 | 0,092 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Faisan de Colchide        | 1,01  | 0,995 | 1,021 | 14,883  | 0,0074 | 0,174 | FALSE | Stable        | bon       |                  |
| Pouillot siffleur         | 0,997 | 0,975 | 1,015 | -4,563  | 0,0101 | 0,742 | FALSE | Stable        | Incertain | espece trop rare |



|                     |       |       |       |         |        |       |       |        |           |                  |
|---------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|-------|--------|-----------|------------------|
| Pouillot fitis      | 1,012 | 0,999 | 1,029 | 18,398  | 0,0089 | 0,171 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Pic vert            | 1,003 | 0,988 | 1,018 | 4,896   | 0,0072 | 0,636 | FALSE | Stable | bon       |                  |
| Grèbe huppé         | 1,017 | 0,997 | 1,037 | 25,81   | 0,0107 | 0,12  | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Accenteur mouchet   | 0,99  | 0,978 | 1,002 | -12,835 | 0,0069 | 0,16  | FALSE | Stable | bon       |                  |
| Bouvreuil pivoine   | 0,973 | 0,952 | 1     | -31,665 | 0,0136 | 0,052 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Rale d'eau          | 0,979 | 0,959 | 0,999 | -25,203 | 0,0105 | 0,054 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Sittelle torchepot  | 1,004 | 0,992 | 1,019 | 6,453   | 0,0067 | 0,502 | FALSE | Stable | bon       |                  |
| Sterne pierregarin  | 1,001 | 0,982 | 1,018 | 1,255   | 0,0103 | 0,931 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| étourneau sansonnet | 0,994 | 0,977 | 1,01  | -7,616  | 0,0103 | 0,585 | FALSE | Stable | bon       |                  |
| Fauvette babillarde | 1,01  | 0,989 | 1,038 | 14,366  | 0,014  | 0,491 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Grèbe castagneux    | 0,98  | 0,958 | 0,998 | -24,678 | 0,0104 | 0,058 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Chevalier gambette  | 0,995 | 0,976 | 1,014 | -6,595  | 0,01   | 0,627 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Troglodyte mignon   | 1,005 | 0,997 | 1,012 | 6,609   | 0,0041 | 0,258 | FALSE | Stable | bon       |                  |
| Grive litorne       | 1,002 | 0,979 | 1,024 | 3,105   | 0,0108 | 0,84  | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Huppe fasciée       | 1,002 | 0,982 | 1,025 | 2,265   | 0,0117 | 0,891 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Sarcelle d'hiver    | 1,008 | 0,967 | 1,04  | 11,973  | 0,0188 | 0,665 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Canard chipeau      | 1,007 | 0,984 | 1,034 | 10,334  | 0,0147 | 0,63  | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Fuligule milouin    | 0,999 | 0,965 | 1,032 | -0,966  | 0,0167 | 0,967 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Goéland pontique    | 1,01  | 0,971 | 1,049 | 15,452  | 0,0199 | 0,602 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Courlis corlieu     | 1,004 | 0,963 | 1,047 | 5,976   | 0,0236 | 0,86  | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Chevalier aboyeur   | 0,995 | 0,953 | 1,047 | -7,157  | 0,0243 | 0,828 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |
| Chevalier culblanc  | 1,001 | 0,952 | 1,042 | 1,338   | 0,0288 | 0,974 | FALSE | Stable | Incertain | espece trop rare |

Annexe 8 : Ecart à la moyenne saisonnière de référence 1981-2010 de l'indicateur de température moyenne en France de 1900 à 2019 (source : Météo France, données du 10/09/2019)



## Résumé

Mots clés : tendances temporelles, oiseaux nicheurs communs, Réserves naturelles de France, indices de communautés

Dans la présente étude, les tendances des populations d'oiseaux communs nicheurs de 89 réserves naturelles ont été étudiées et comparées aux tendances hors réserves. Quinze années de suivi selon le protocole STOC-EPS ont permis d'obtenir des données pour 156 espèces d'oiseaux communs. Grâce à cette importante mobilisation des observateurs, il a été possible d'estimer des tendances d'évolution fiables pour 56 espèces en réserve et 122 au niveau national. Ce suivi temporel, réalisé selon un échantillonnage ponctuel simple, est un programme national dont les acteurs sont principalement bénévoles, mais également des agents de structures telles que celles faisant partie du réseau des Réserves Naturelles de France (RNF). Ainsi, cette analyse sur la période 2004-2018 nous montre qu'au sein des réserves, 45 % des espèces voient leur effectif augmenter, 37 % des espèces sont stables et 18 % sont en déclin. Cette étude démontre que les tendances sont généralement plus favorables au sein des RN qu'en dehors. Les espèces spécialistes des milieux forestiers semblent bénéficier le plus de cet effet réserve (national = stable, réserve = forte augmentation). De plus, il est intéressant de noter que l'effet bénéfique des réserves naturelles sur l'avifaune se ressent également en dehors de leurs limites administratives (dans une zone périphérique de 3 km).

## Abstract

Keywords: temporal trends, common breeding birds, nature reserves, community index

In this study, common breeding bird population trends from 89 nature reserves were estimated and compared to trends from sites outside nature reserves. Fifteen years of monitoring with the French breeding bird survey provided data for 156 common bird species. Thanks to the hundreds of volunteers who took part in this national monitoring program we could estimate reliable trends for 56 species inside nature reserves and 122 at the national level. Thus, this analysis over the period of 2004-2018 was able to highlight that 45 % of the species in natural reserve show an increasing trend, 37% are stable and 18 % are declining. This study shows that trends are generally more favorable within nature reserves than outside, with forest specialists benefitting the most (strong increase). In addition, it is interesting to note that a beneficial effect of nature reserves on avifauna can also be found outside their administrative boundaries (in a 3km range).