BENBOUDJEMA Sophie

# RAPPORT DE STAGE DE RECHERCHE

## Développement d'indicateurs d'état et de fonctionnement des populations d'oiseaux

## RAPPORT NON CONFIDENTIEL

Option : Département de Biologie
Champ : Biologie et écologie
Enseignant référent : MOUCHET Maud
Tuteur de stage : HENRY Pierre-Yves
Dates du stage : Du 29/03/2021 au 06/08/2021
Adresse de l'organisme :
Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux
Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation
Muséum d'Histoire Naturelle
43 rue Buffon, Bâtiment 135
750005 PARIS

## Résumé du stage

Mon stage de recherche de 3ème année s'est déroulé au Museum National d'Histoire Naturelle, et plus exactement au Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO). Le but de mon stage était d'améliorer et de développer des indicateurs relatifs à l'état et au fonctionnement des populations de passereaux communs en France. Ce travail s'appuyait sur des données récoltées au cours des 20 dernières années en France via un réseau d'ornithologues bénévoles habilités à la capture d'oiseaux et dans le cadre de plusieurs programmes de suivi scientifique.

Mon stage m'a amenée à étudier trois programmes, le STOC-Capture (étudiant les passereaux lors de leur période de reproduction), le SPOL Mangeoire (s'intéressant à l'hivernage des passereaux) et le SEJOUR (réalisé durant la période de migration des passereaux). La majeure partie de mon travail a été centrée sur le programme SPOL Mangeoire, qui fait l'objet de ce rapport.

Mon rôle concret était de produire des rapports destinés aux bagueurs et aux organismes concernés, rapports comprenant plusieurs indicateurs (abondance des espèces, proportion de jeunes oiseaux, taux de retour…) évalués à l'échelle de chaque site et à l'échelle nationale. Ce travail vise à fournir des informations standardisées pour informer les acteurs locaux (gestionnaires d'espaces naturels, associations…) sur l'état et le fonctionnement des populations d'oiseaux fréquentant leurs espaces et sur lesquelles ils peuvent exercer une influence (par exemple au travers des mesures de gestion d'habitat mises en œuvre). De plus, il sert à valoriser toutes les données recueillies au travers des programmes du CRBPO par les bagueurs volontaires.

## Internship summary

My 3rd year research internship was done at the Museum National d'Histoire Naturelle, and more specifically at the Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO). The goal of this internship was to improve and create indicators pertaining to the functioning and condition of the population of common passerine birds in France. This work relied on data that have been gathered over the last 20 years in France, through a network of volunteers trained to implement several scientific monitoring programs based on the capture and marking of birds.

My internship led me to study three programs in particular, the STOC-Capture (which study the passerine birds during their mating season), the SPOL Mangeoire (focused on the wintering of passerine birds) and the SEJOUR (executed during the migration period). Most of my work adressed the SPOL Mangeoire program, which is therefore the main subject of the present report.

My exact role was to produce reports addressed to the volunteers and related organisms. Those reports contained several indicators (species abundance, age-ratio, return rate…) which were evaluated both at the scale of each site, and nation-wide. This work aimed to provide standardized information to local protagonists (managers of wilderness areas, associations…) regarding the state and functioning of the populations of birds frequenting their areas, over which they can have an influence (e.g. through habitat management actions). Furthermore, it valorizes all the data that had been gathered through the CRBPO's programs by the volunteers.

# Remerciements

Je tiens à remercier mes deux tuteurs, Pierre-Yves HENRY et Romain LORRILLIÈRE, qui ont été très disponibles tout au long de mon stage et m'ont beaucoup appris. Je tiens aussi à remercie ma co-stagiaire, Romane FORT ainsi que les 148 bagueurs volontaires du programme SPOL Mangeoire sans qui tout ce travail n'aurait pas été possible.

# Table des matières

Résumé du stage ..... 2
Internship summary ..... 2
Remerciements ..... 3
Introduction ..... 4
I – Principe et connaissances générales ..... 5
1 - Les programmes de suivi par baguage ..... 5
2 - Les passereaux ..... 6
3 – Présentation des indicateurs ..... 7
II Le programme SPOL Mangeoire ..... 8
1 – Le programme ..... 8
2 – Les différences mensuelles : évaluer une hypothèse ..... 10
3 – Ager les oiseaux ..... 17
4 – Mise en évidence du comportement particulier des Tarins des Aulnes ..... 21
5 – Spatialisation des résultats ..... 22
Conclusion ..... 28
Bibliographie ..... 29
Annexes ..... 30

# Introduction

Le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) est une plateforme de recherche à portée nationale, destinée à encadrer le marquage des oiseaux à fins scientifiques en France. Il est hébergé par le Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation (CESCO) du Museum National d'Histoire Naturelle et son directeur actuel est Pierre-Yves Henry, tuteur de ce stage.

Les activités principales du CRBPO sont la formation des bagueurs en France, leur encadrement, ainsi que l'organisation des programmes nationaux de suivi des populations d'oiseaux par marquage. Ainsi, le CRBPO coordonne, encadre et archive ainsi tous les suivis d'oiseaux par capture-marquage-recapture de France. Il est le seul organisme ayant une dérogation à la loi, permettant la capture de toutes les espèces d'oiseaux protégés, et le seul habilité à déléguer cette dérogation aux personnes formées.

Le CRBPO est ainsi composé d'une équipe de chercheurs, ingénieurs et techniciens, et s'appuie sur un large réseau de bagueur. En 2019, ce réseau comportait 679 personnes.

L'activité du CRBPO est donc un exemple historique de sciences participatives, bien qu'elle ait la particularité de n'impliquer que des participants ayant suivi une formation spécifique avancée, et n'est donc pas ouverte à tout citoyen sans formation préalable comme d'autres programmes peuvent le faire ([1]). Il est à noter que l'engagement des volontaires est conséquent, puisque la formation est longue et exigeante (de l'ordre de 2 ans), et que c'est à eux de se fournir en matériel (filets, pièges, nourriture pour oiseaux…).

En contrepartie, la récompense pour les participants est le droit d'exercer une activité normalement interdite par la loi (capture d'oiseaux), apportant des connaissances scientifiques inatteignables autrement. La production d'indicateurs locaux sur le fonctionnement des populations est une autre manière de les récompenser pour leur implication, en leur remettant des informations d'intérêt à l'échelle locale.

L'activité de recherche du CRBPO s'interroge sur plusieurs sujets, allant de dynamiques globales des populations d'oiseaux en plusieurs périodes de l'année, au suivi d'espèces en danger. A ces fins scientifiques s'ajoutent un rôle informatif pour tout intéressé. Sur le blog de l'organisme ([2]), des posts informent sur l'état d'espèces rares et partagent les résultats obtenus à partir des données recueillies. Par exemple, un stage porté sur le programme STOC Capture cette année a permis de mettre en lumière un très faible taux de reproduction chez les passereaux en 2020, et une possibilité que cette baisse soit le fruit d'un été particulièrement chaud.

Dans le cadre de ce stage, j'ai pu découvrir une partie de l'activité de la plateforme, celle qui s'occupe du suivi des passereaux en France dans le but d'aider les gérants de site à améliorer leur accueil des espèces à des périodes cruciales (hiver, reproduction, migration).

# I – Principe et connaissances générales

## 1 - Les programmes de suivi par baguage

*Figure 1: Mésange noire baguée en France et ré-observée en Belgique (Blog du CRBPO, M.Spies)*

Le baguage d'oiseaux en France est pratiqué depuis les années 30, et coordonné par le CRBPO depuis les années 50. Le principe de base du suivi d'oiseaux par baguage entre dans le cadre des suivis par capture-marquage-recapture : les oiseaux sont capturés dans des filets ou pièges spécialisés, bagués s'ils ne le sont pas déjà (recevant ainsi un numéro individuel unique), le bagueur prend note de leurs caractéristiques et les relâche.

Comparativement aux techniques habituelles d'observation et de comptages couramment pratiquées en ornithologie (observations à distance, comptages visuels ou auditifs, enregistrements audio…), le baguage a l'avantage de permettre un suivi individuel des oiseaux et de relever des caractéristiques biométriques individuelles. Il est ainsi possible d'évaluer leur longévité, l'évolution de leur état et leurs déplacements.

C'est un processus non dommageable mais stressant pour les oiseaux. C'est pour cela qu'il est obligatoire de suivre une formation préalable avancée avant de pouvoir bénéficier d'une dérogation à la loi de protection de la nature (1975) et ainsi pouvoir participer aux suivis par baguage.

Pour les trois programmes sur lesquels ont porté mon stage, une session de baguage se déroule comme suit :

-Le bagueur prépare le terrain (en général la veille) et met en place les filets ou pièges.

-Toute la matinée, il fait le tour du site au moins toutes les 30 mins (durée au-delà de laquelle les oiseaux risquent d'être soumis à un trop fort stress).

-Lorsqu'un oiseau est capturé dans les filets, le bagueur l'en sort avec précaution et le bague s'il ne l'est pas déjà (la bague portant un numéro unique).

-Le bagueur note les observations et mesures suivantes :

| Observations | Mesures biométriques |
|---|---|
| Numéro de bague | Masse |
| Espèce | Longueur d'aile (pliée) |
| Sexe | Longueur du tarse |
| Âge | Adiposité |
| Mue | |
| Présence d'une protubérance cloacale | |
| Présence d'une plaque incubatrice | |
| Etat de santé (maladie, blessure…) | |

Ces mesures et observations sont soumises à l'expérience du bagueur. En particulier, il peut être difficile d'estimer l'âge ou le sexe de certaines espèces, et c'est un souci qui a dû être abordé lors de mon travail (voir partie II-3).

Une fois ces mesures faites, l'oiseau est relâché. A la fin de la saison d'étude, les données (datées et localisées) sont saisies et envoyées au CRBPO.

La quantité de données et leur utilisation dépend du programme dans lequel s'inscrivent ces séances de baguage. Certains appliquent des protocoles plus ou moins exigeants en termes de planification (plan d'échantillonnage), et disponibles sur le site du CRBPO ([3], [4]). Dans le cadre du SPOL Mangeoire qui nous intéresse ici, c'est 78000 données valides qui ont été recueillies depuis 2007, sur 208 sites différents en France.

Avant de discuter des résultats et des conclusions que l'on peut tirer des données issues du baguage, il est important d'en rappeler les limites. Il faut ainsi noter que, bien que la méthode de baguage soit rigoureuse, elle comporte intrinsèquement des biais et des hétérogénéités entre sites ([5]). Pour le programme SPOL Mangeoire, par exemple, des biais sont induits par la nature des graines choisies et des pièges utilisés. Le procédé ne permet donc pas d'inférer la répartition en espèce des oiseaux hivernants sur les sites, puisque toutes ne seront pas capturés avec la même probabilité.

Même à l'échelle de l'espèce, le taux d'échantillonnage reste souvent trop faible pour que les données atteignent un nombre de captures suffisants à l'échelle de chaque site (par exemple plus de 30 individus par an et par site, le seuil dépendant aussi de l'indicateur que l'on veut évaluer), et il peut être délicat d'en tirer des conclusions à l'échelle locale. Parce que le temps de baguage est court par rapport aux périodes considérées (trois matinées pour trois mois pour le programme SPOL Mangeoire), l'information collectée est nécessairement soumise à une stochasticité d'échantillonnage importante.

D'un point de vue technique, les données de baguage recueillie sont stockées dans une base de données du CRBPO. Dans le cadre de mon stage, elles sont ensuite traitées via le langage R, à l'aide de l'interface RStudio et à l'aide de la syntaxe R Markdown (LateX via R), afin de créer des rapports PDF destinés aux organismes intéressés et aux bagueurs. La majeure partie de mon travail était donc un travail de programmation sous R. Cet effort avait déjà été commencé par mon deuxième tuteur, Romain Lorrilière, qui avait mis en place et développé le code créant les rapports du programme STOC avant le début de mon stage. Ainsi, j'ai pu m'approprier le sujet en étudiant son code lors de la première partie de mon stage, avant de développer moi-même la programmation des indicateurs sur le fonctionnement hivernal des populations d'oiseaux communs, basé sur le programme SPOL Mangeoire.

## 2 - Les passereaux

Dans le cadre de mon stage, les programmes étudiés s'intéressent principalement aux espèces d'oiseaux appartenant à l'ordre des passeriformes.

Cet ordre regroupe la majorité des espèces d'oiseaux dans le Monde, et en comptabilise 6533 d'après la dernière version de l'IOC World Bird List ([6]), c'est-à-dire plus de la moitié des espèces totales. Les passereaux sont définis par des caractéristiques anatomiques qui permettent le chant (oiseaux chanteurs), et sont majoritairement des oiseaux de taille petite ou moyenne (les plus grands passereaux appartenant à des espèces de corvidés).

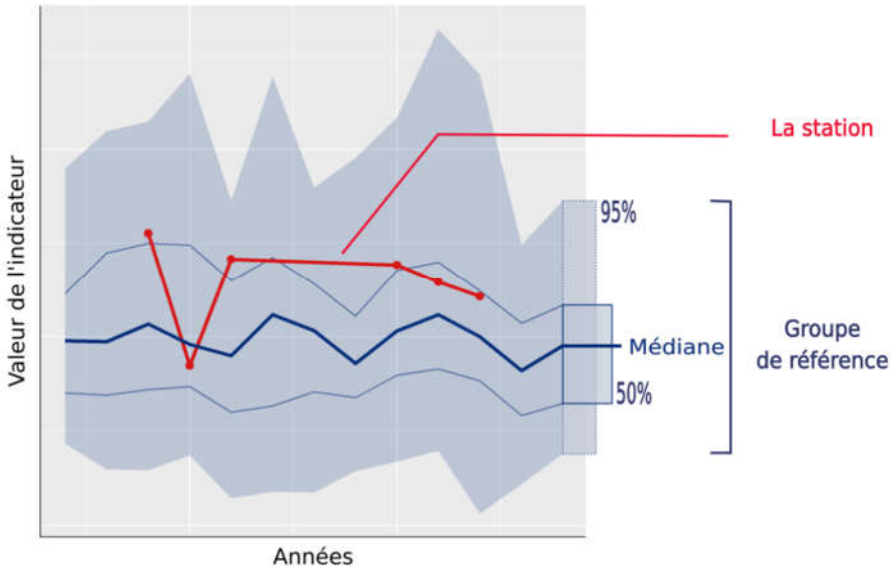
Les programmes STOC Capture, SPOL Mangeoire et SEJOUR que j'ai abordé durant ce stage ne se focalisent pas sur des espèces rares ou en danger, mais au contraire concernent majoritairement les espèces de passereaux communes en France. Parce qu'elles sont abondamment capturées, ce sont elles qui permettent de documenter la dynamique locale des populations et des communautés d'oiseaux.

La distinction en deux groupes d'espèces s'est révélée pertinente dans le cadre du SPOL Mangeoire : le groupe des fringilles et celui des mésanges. Ces deux groupes ont des trajectoires populationnelles contrastées : les mésanges sont largement généralistes (en termes de nourriture et d'habitat) et leurs populations sont stables voire croissante sur le moyen terme, alors que les fringilles dépendent de ressources plus spécialisées et sont globalement en déclin ([7],[8]). Les listes des espèces appartenant à chacune de ces catégories dans le cadre de ce rapport sont les suivantes (de l'espèce la plus capturée en haut à la moins capturée en bas) :

| Fringilles | Mésanges |
|---|---|
| Verdier d'Europe | Mésange bleue |
| Chardonneret élégant | Mésange charbonnière |
| Pinson des arbres | Mésange noire |
| Tarin des aulnes | Mésange nonnette |
| Pinson du Nord | Mésange huppée |
| Gros-bec casse-noyaux | |

## 3 – Présentation des indicateurs

Tout le long de ce rapport, les figures d'indicateurs vont être présentées comme elles le sont dans les comptes-rendus générés pour les bagueurs et organismes intéressés. Ils se lisent comme suit :




Les stations prises pour exemple ici n'ont pas d'intérêt particulier, si ce n'est d'avoir beaucoup de données et donc de fournir des courbes illustratives du potentiel d'inférence à partir des restitutions graphiques des indicateurs.

Il est important de préciser que le but de ce stage n'était pas de faire une analyse statistique des données, mais de produire des indicateurs qui servent à les observer et à permettre d'en étudier les variations. Ainsi, il est difficile de tirer des conclusions certaines des tendance que l'on observe à l'échelle nationale avant de mener une étude approfondie, mais ce travail est déjà un bon point de départ et a son importance à l'échelle de chaque site et pour leur gérant.

# II Le programme SPOL Mangeoire

## 1 – Le programme

Le SPOL Mangeoire est un programme qui a été lancé durant l'hiver 2003-2004, mais qui a réellement pris son essor en 2007. Son objectif est de documenter l'état et le fonctionnement des populations hivernantes des passereaux communs granivores en France, en baguant les oiseaux fréquentant les mangeoires entre décembre et février. L'intérêt d'un tel dispositif est double : il englobe certaines espèces de passereaux granivores qui sont en fort déclin en Europe en plus des espèces communes, et dispose d'un fort taux de capture et de recapture puisque la nourriture est très attractive pour les oiseaux en hiver.

Le fonctionnement des populations hivernantes est quelque chose d'assez peu connu et documenté, donc l'étude de ce programme a été l'occasion d'émettre des hypothèses et de les confronter aux données. Notamment, nous nous sommes posé des questions sur la proportion d'oiseaux hivernants sur le site par rapport à celle d'oiseaux de passage, sur la part de jeunes oiseaux capturés durant le programme ou encore sur d'éventuelles répartitions spatiales des espèces.

Dans cette partie, je présenterai donc les études que j'ai menées à partir des données du SPOL Mangeoire, et les indicateurs que j'ai produits et qui serviront dans les rapports qui seront distribués aux contributeurs du programme juste avant l'hiver 2021/22. Avant cela, il est important d'évoquer les limites imposées par le protocole du programme.

Une première limite du SPOL Mangeoire est la liberté laissée par le protocole quant aux pièges utilisés pour capturer les oiseaux. Selon les pièges utilisés, les espèces visées ne sont pas toujours les mêmes, donc l'idéal serait de comparer entre eux des sites de mêmes pièges pour avoir des résultats comparables. Une des premières choses que j'ai faites pour ce programme fut donc de regarder le nombre de sites pratiquant chaque type de piège selon les années, afin de voir s'il y aurait assez de données pour ne comparer que les sites semblables (Fig. 2, Fig. 3).

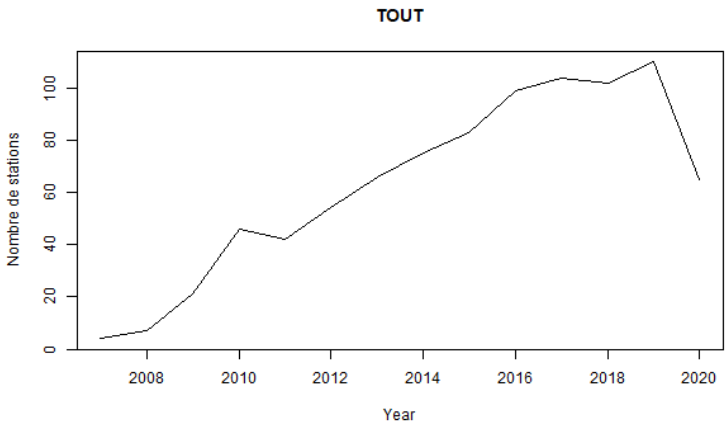



*Figure 2: Nombre total de stations par an, tous pièges confondus*

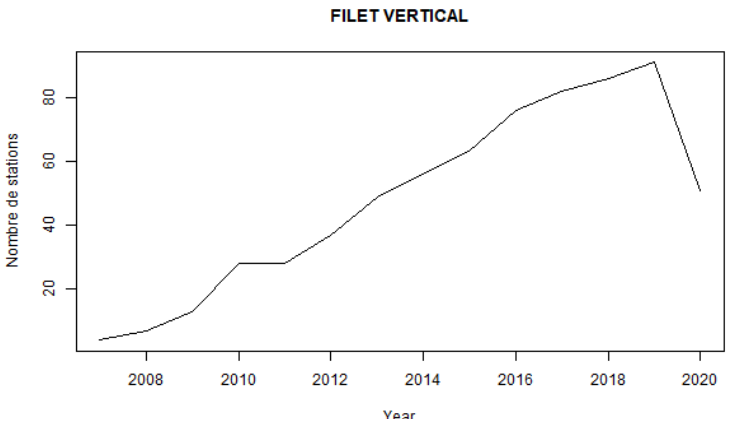



*Figure 3 : Nombre de stations utilisant le Filet Vertical par an*

Il est vite apparu que la grande majorité des sites utilisent des filets verticaux, et que les 14 autres types de pièges utilisés dans les données concernent très peu de sites et sont souvent couplés à ces filets. Il n'a donc pas paru nécessaire pour l'étude de séparer les données selon le piège utilisé, bien que ce soit un facteur à prendre en compte à l'échelle de chaque site.

En effet, le gérant d'un site qui capturerait bien plus d'individus d'une espèce que les autres sites de France devra se poser la question de l'influence des pièges qu'il utilise sur les résultats obtenus.

Une autre limite du SPOL Mangeoire (mais qui s'applique tout programme semblable en général) est le nombre de sessions requises (3 par hiver) pour valider une année de participation. En effet, il peut paraître faible par rapport à la période étudier (l'hiver). Pour que les données d'un site soient considérées comme valides pour un hiver donné, il faut que ce site ait fait au minimum une session en décembre, une en janvier et une en février. Pour l'instant, seules les captures de ces trois sessions sont prises en compte dans les calculs d'indicateur, même si d'autres sessions ont été faites.

Il a été montré à l'aide d'un dispositif similaire que certaines espèces d'oiseaux ont tendance à faire des « rondes » entre plusieurs sites d'hivernage ([9]). Ne prendre en compte les résultats de 3 matinée seulement pour tout l'hiver peut donc mener à de grandes imprécisions à l'échelle d'un site. C'est pour cela que cette étude ne s'intéresse pas à des évènements journaliers locaux, mais utilise toutes les données de France pour repérer des tendances entre les mois d'hiver ou d'hiver en hiver.

De manière intrinsèque aux méthodes de capture-recapture, certains indicateurs sous-estiment les effets qu'ils cherchent à mesurer (les indicateurs liés à la fidélité au site, par exemple, tel que le taux de contrôle mensuel (voir partie II-2-b)). Il faudrait mener une analyse statistique de ces données pour prendre en compte l'effet lié à l'échantillonnage des oiseaux. Il est néanmoins raisonnable de penser que les variations entre sites ou entre années mises en évidences par les indicateurs sont indicatives de variations réelles des vrais paramètres biologiques d'intérêt.

Attention, pour les indicateurs du SPOL Mangeoire, les valeurs de 2020 ne concernent pour l'instant qu'un nombre restreint de sites puisque les courbes ont été tracées avec les données disponibles durant mon stage. Les valeurs aberrantes de 2020 ne sont donc pas signes de déclins ou de situation extraordinaire, elles concernent juste très peu de sites par rapport aux autres.

## 2 – Les différences mensuelles : évaluer une hypothèse

Afin d'étudier les dynamiques et comportements des oiseaux en hiver, nous avons tout d'abord posé quelques hypothèses :

-Certains oiseaux sont de passage et font escale sur le site suivi, mais ne vont pas y rester et rejoindront un lieu d'hivernage distant. Ces oiseaux seraient donc repérables en décembre (à l'aller) et en février (au retour).

-Il y a moins de ces oiseaux en février qu'en décembre, car l'essentiel de la migration de retour a généralement lieu en mars-avril.

-En janvier, les populations locales sont constituées majoritairement d'oiseaux hivernants sur site ou à proximité.

Ces hypothèses prédisent une dynamique temporelle de la structure de la population locale qui peut être illustrée de la manière suivante :

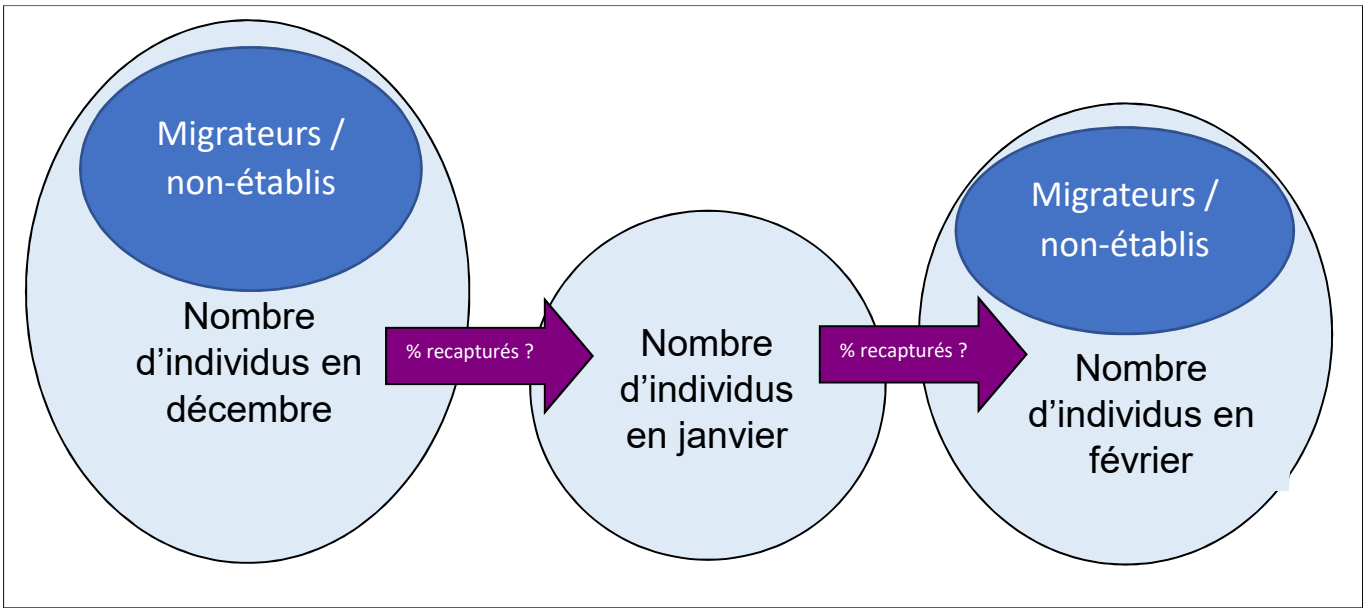



*Figure 4: Structure présumée des populations hivernantes*

Mon rôle était alors de réfléchir à des indicateurs qui permettraient de vérifier ces hypothèses. Il apparaît tout de suite que deux choses distinctes sont à évaluer :

-Le nombre d'individus présent par mois, pour vérifier qu'il y a en effet moins d'oiseaux présents sur le site en janvier que durant les autres mois, et éventuellement observer les cortèges d'oiseaux de décembre et février.

-Le taux de retour mensuel des individus capturés, pour évaluer la proportion d'oiseaux hivernants par rapport aux oiseaux de passage.

Deux indicateurs différents étaient donc à concevoir, et j'ai tout d'abord réfléchi au premier : la variation mensuelle du nombre d'individus capturés à l'échelle d'un site.

### a- Variation mensuelle d'abondance relative

Tout d'abord, j'ai voulu me faire une idée globale de la situation avant de réfléchir à l'indicateur lui-même. J'ai voulu voir s'il y avait, en moyenne, une nette différence entre le nombre de captures en décembre, janvier et février pour les sites. Une première idée a été de calculer la moyenne, sur toutes les années, des captures de chaque mois pour chaque site, et de regarder la répartition de cette moyenne.

Pour cela, une première approche a été de représenter les résultats sous la forme d'un diagramme 'en boîte' (Fig.5) et de regarder si les médianes de chaque mois étaient différentes. Il s'est avéré que les valeurs des quartiles et médianes étaient trop proches pour en tirer des conclusions, d'autant plus qu'on a ici à faire à des valeurs moyennées deux fois.

J'ai donc pensé à plutôt représenter la même chose, mais sous la forme de diagrammes 'en violon' (Fig.6), afin d'évaluer le nombre de site correspondant à chaque valeur. Cette fois-ci, le résultat fut un peu plus intéressant : comme attendu, on voit apparaître deux modes en décembre.

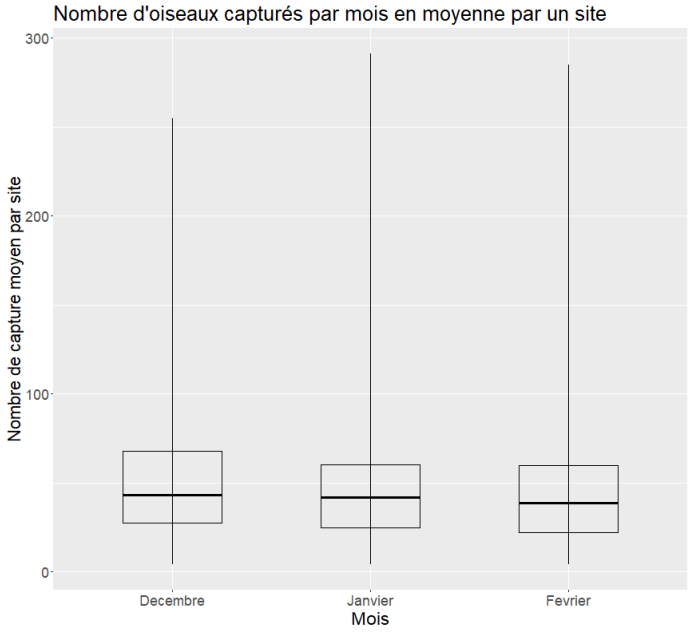



*Figure 5 : Distribution des moyennes du nombre d'oiseaux capturés par mois par site (box plot)*

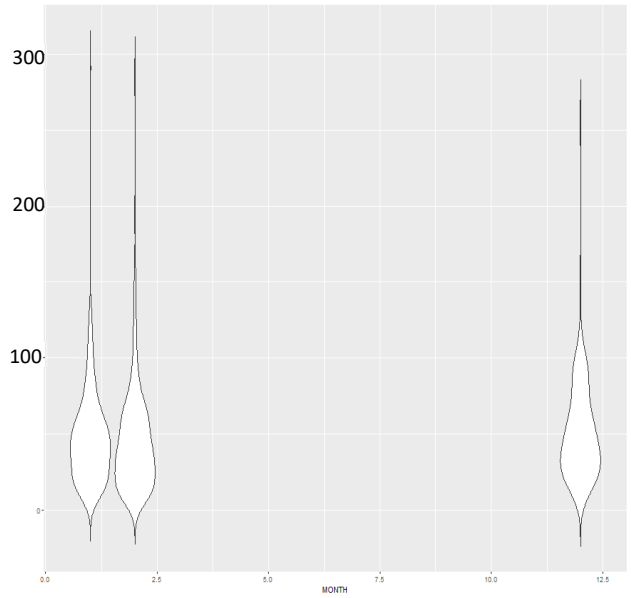



*Figure 6 : Distribution des moyennes du nombre d'oiseaux capturés par mois par site (violin plot)*

Une interprétation de ces « modes » serait d'y voir deux types de sites : ceux qui accueillent des cortèges importants d'oiseaux de passage en décembre, et ceux qui n'en accueillent pas. On pourrait penser que ces modes ne distinguent que les sites qui capturent beaucoup et ceux qui capturent peu, mais cela se verrait aussi dans les distributions de janvier et février.

Pour vérifier cette hypothèse, j'ai trouvé intéressant de cartographier les sites qui sont dans le premier mode que j'ai nommé « Haut » (une moyenne de capture en décembre supérieure à 60) et ceux qui sont dans le mode « Bas ». J'ai mis dans une catégorie « Extrême » les sites qui ont une moyenne de capture supérieure à 110 (puisque ça doit aussi être le cas pour les autres mois) et ceux qui ont moins de 20 captures (pour la même raison).

Cela a donné la carte suivante :

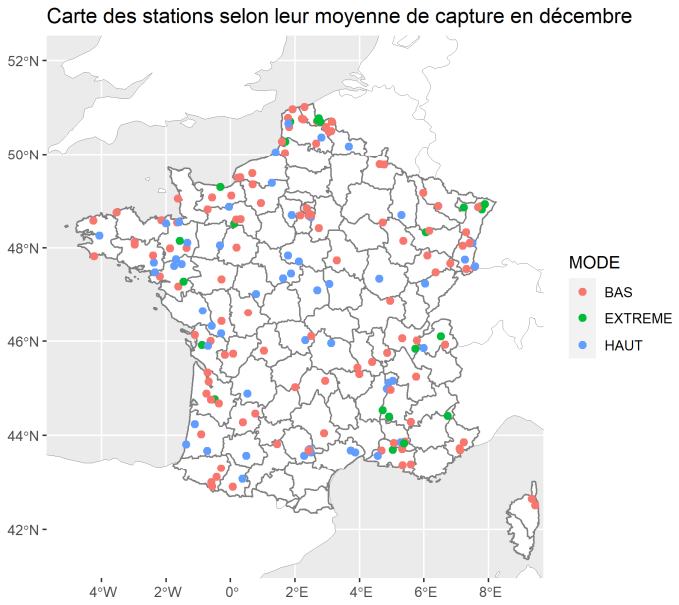



*Figure 7: Carte des stations selon leur mode, déterminé à partir de leur moyenne de captures en décembre*

Comme on l'attendait, les valeurs extrêmes sont positionnées sur les principaux axes migratoires (côté atlantique et vallée du Rhône) et un test statistique adapté pourrait peut-être permettre d'objectiver ce résultat. En revanche, il ne semble pas y avoir de différence spatiale entre les sites de chaque mode, là où on aurait espéré voir apparaitre des trajets migratoires. Cela peut être dû à plusieurs choses :

-Il n'y a pas assez de points pour faire une représentation spatiale fidèle sur l'ensemble de la France.

-Avoir moyenné les résultats sur toutes les années lisse trop les données, et ne permet pas de repérer des cortèges ponctuels.

-Le critère n'est pas pertinent : il faudrait étudier les sites qui ont un nombre de capture significativement différent entre décembre et les autres mois, et non ceux qui en ont beaucoup en décembre dans l'absolu.

-La mesure du nombre d'oiseaux de passage n'est pas assez structurée spatialement pour être détectable visuellement, et il faudrait approfondir l'étude avec une analyse statistique.

Ces premières tentatives m'ont aiguillée sur la route à suivre. Considérer le nombre absolu de captures par site ne semble pas pertinent, et s'il y a bien la tendance espérée, elle ne se repère pas sur toutes les années sur tous les sites. Cela s'explique probablement par le fait que de nombreux autres facteurs induisent des variations de nombre d'individus capturés entre sites et années, masquant l'effet du mois.

Pour commencer à réfléchir à l'indicateur, je savais donc qu'il fallait étudier ce changement par années et qu'il serait préférable de traiter chaque mois par rapport à un autre, et ce à l'échelle de chacun des sites afin de faire abstraction des différences de nombres d'individus capturés entre sites.

La première idée d'indicateur que j'ai mise en place est alors simple : un indicateur « Différence mensuelle », qui montre pour un site et pour la France la différence de captures entre janvier et décembre ou entre février et janvier.

Puisque les sites ont des tailles très variées (en particulier pour ce programme, qui peut être fait dans des jardins aussi bien que dans des parcs, ou avec des quantités et qualités de nourriture disposées pour les oiseaux très différentes), cela n'avait pas de sens de faire un indicateur en valeur absolue. C'est donc la différence en proportion que j'ai cherché à exprimer et elle s'exprime comme suit pour chaque site :

$$Différence\ de\ capture\ entre\ décembre\ et\ janvier = \frac{nb\ capture\ janvier - nb\ capture\ decembre}{nb\ capture\ janvier}$$

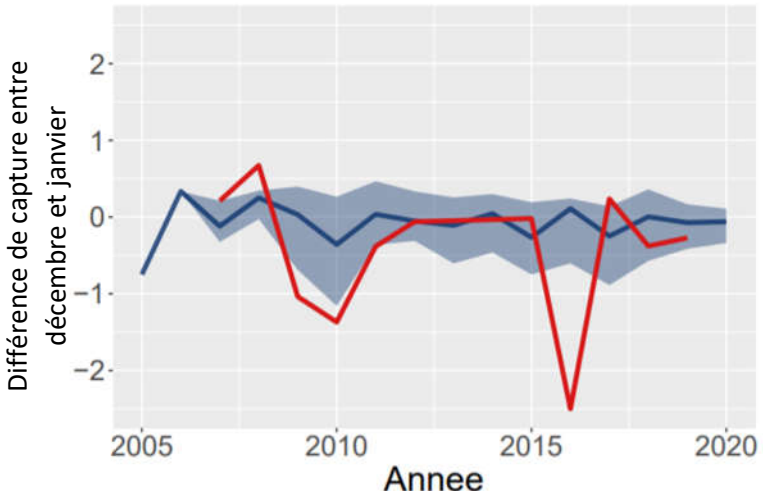



*Figure 8: Différence de captures entre janvier et décembre en proportion et sans les quantiles à 95 et 5%.*

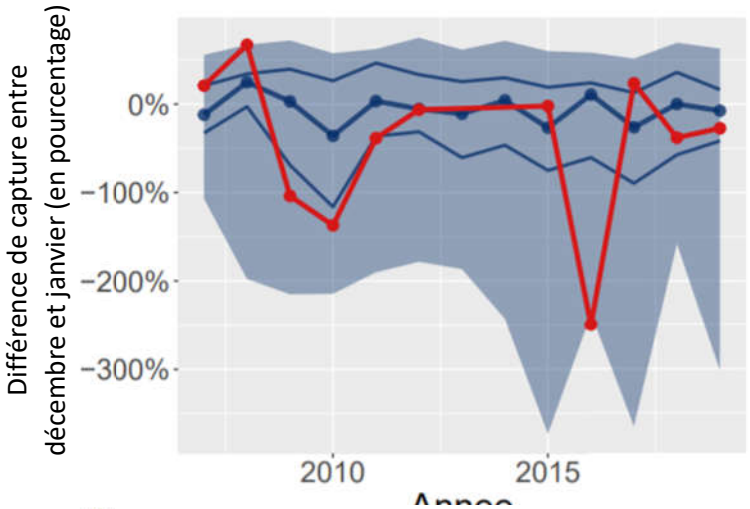



*Figure 9 : Figure identique, exprimée en pourcentage et avec les quantiles à 95 et 5%*

On voit qu'il y a une tendance généralisable à toutes les années : bien que la médiane oscille autour de 0 (une médiane à zéro indiquant qu'il y a autant de sites ayant plus de captures en janvier que de sites ayant plus de captures en décembre), les valeurs négatives dominent. Globalement, il y a bien moins d'oiseaux en janvier qu'en décembre.

Un autre intérêt de ces figures réside dans les extrêmes, et on peut voir que la différence entre le nombre de capture en décembre et celui de janvier peut être très significative, et on ne les observe que dans le sens que l'on cherchait à mettre en évidence (plus de captures en décembre qu'en janvier) .Cela pourrait correspondre aux cortèges d'oiseaux de passage tel qu'attendu, et leur irrégularité d'année en année expliquerait pourquoi ils ne sont pas visibles lorsque l'on moyenne ce résultat sur les années. Ces explorations révèlent qu'il y a dans les données du SPOL Mangoire de quoi documenter les variations entre années de phénologie concernant l'arrivage sur les lieux d'hivernage.

Néanmoins, l'indicateur n'était toujours pas satisfaisant. En effet, il est assez dur à lire en état, puisqu'il s'agit d'une différence rapportée en proportion. Que ce soit en coefficient ou en pourçentage, il n'est pas forcément évident pour les lecteurs de le lire de manière intuitive. Or, un principe fondamental des sciences participatives est que l'information produite et partagée avec les participants doit être facilement compréhensible pour la majorité des personnes. Rendre les indicateurs intuitifs pour les usagers était donc une de nos priorités.

Deux nouvelles options ont alors été étudiées. Tout d'abord, nous avons pensé à représenter cet indicateur en logarithme, afin de moins faire ressortir les extrêmes et de donner plus d'importance aux variations pour les valeurs faibles. Puis nous avons aussi décidé d'abandonner l'idée du calcul d'une différence, pour représenter directement un rapport entre les captures de janvier et de décembre.

Le calcul dans chaque cas se fait alors de la manière suivante :

| | *Logarithme* | *Proportion* |
|---|---|---|
| *Si Nb Décembre > Nb Janvier* | Log10(NDec/NJanv) | NDec/NJanv |
| *Si Nb Décembre = Nb Janvier* | 0 | 1 |
| *Si Nb Décembre < Nb Janvier* | -Log10(NDec/NJanv) | -(NJanv/NDec) |

Très vite, il est apparu que la solution logarithmique n'était pas très lisible (Fig. 10):

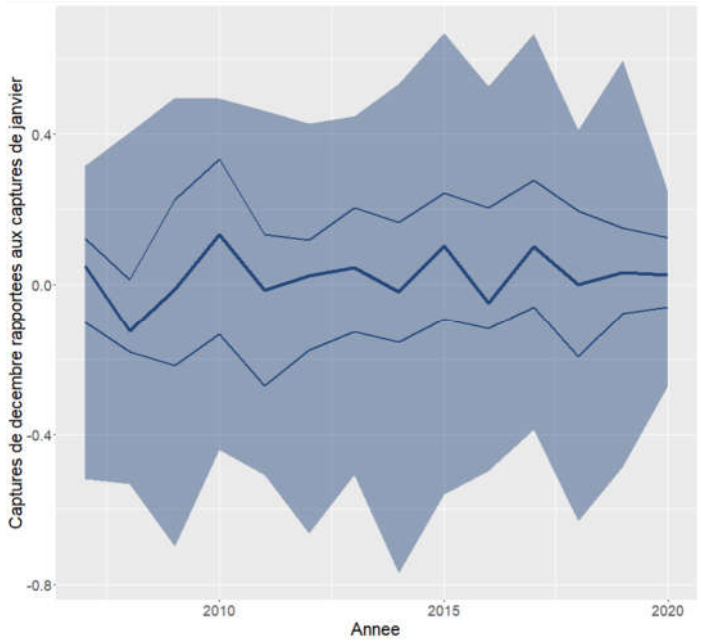



*Figure 10 : Présentation logarithmique du rapport entre les captures de décembre et de janvier*

C'est donc l'autre option (Fig. 11) qui a été privilégiée. Il est à noter que, du fait de la définition de l'indicateur, il n'y a pas de valeur possible entre -1 et 1.

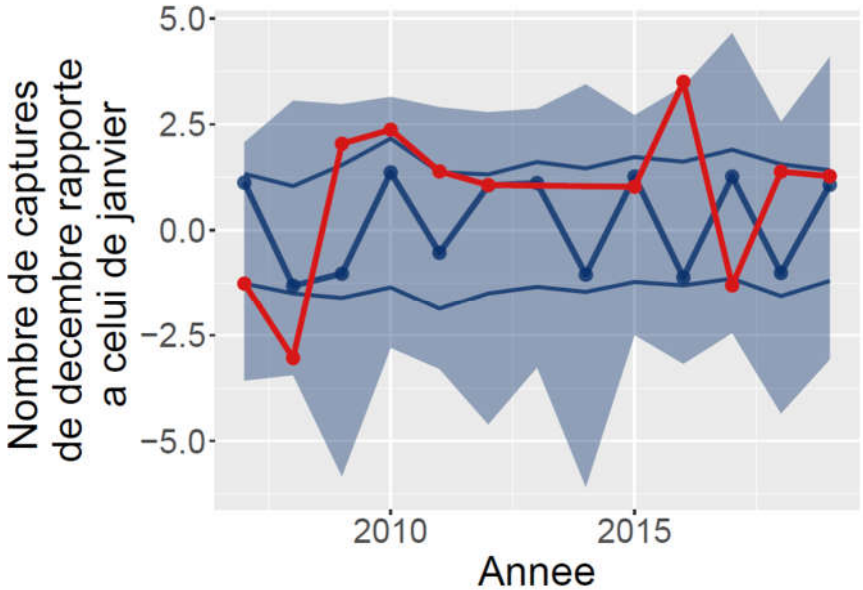



*Figure 11 : Rapport du nombre de capture en décembre par rapport à celui de janvier (c'est-à-dire le facteur de multiplication du nombre de captures en janvier, pour obtenir le nombre de captures en décembre).*

C'est ainsi que l'indicateur est désormais présenté dans les rapports. On voit que les valeurs sont bien plus écrasées qu'avec le choix de la différence de captures. Là où les extrêmes étaient très visibles (puisqu'une faible valeur en janvier jouait deux fois dans le calcul, en rendant le numérateur plus grand et le dénominateur plus petit), maintenant ils le sont moins, mais donnent plus d'informations.

En bilan pour la période décembre-janvier, on constate qu'il n'y a pas de différence majeure entre le nombre de captures en décembre et en janvier qui nous permettrait de valider notre hypothèse sur la structure des populations en hiver. Si des extrêmes peuvent être interprétés par les gérants de sites, on constate que la médiane nationale reste centrée sur 0.

Entre février et janvier, on peut constater que la médiane est majoritairement positive (Fig. 12). Bien que sa valeur reste proche de 1, il y a donc plus d'oiseaux en janvier qu'en février comme attendu :

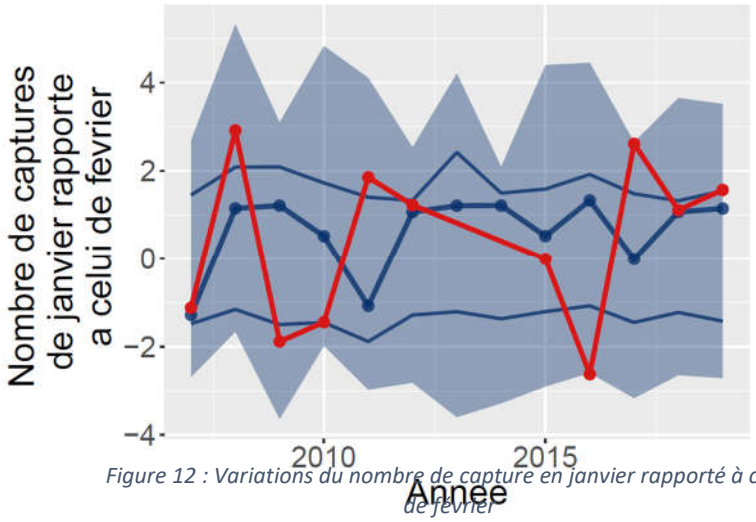



*Figure 12 : Variations du nombre de capture en janvier rapporté à celui de février*

En résumé, cet i …aux qu'en janvier) mais n'indique p… …nd possible l'étude au niveau du site, puisque certaines annees hors normes apparaissent clairement.

On a voulu décliner cet indicateur par catégorie d'espèce (mésanges et fringilles) et par espèces, pour éventuellement repérer des différences de comportement communs entre espèces semblables. De la même manière, s'il peut mettre en évidence un cortège à l'échelle d'un site, il est difficile de déterminer des tendances nationales. Ce qui est normal, puisque ce travail avait pour vocation de produire des restitutions visuelles et statistiques des données avant tout. Le test statistique d'hypothèses ne faisait pas partie du stage, et sera l'objet de futurs projets de recherche sur ces données.

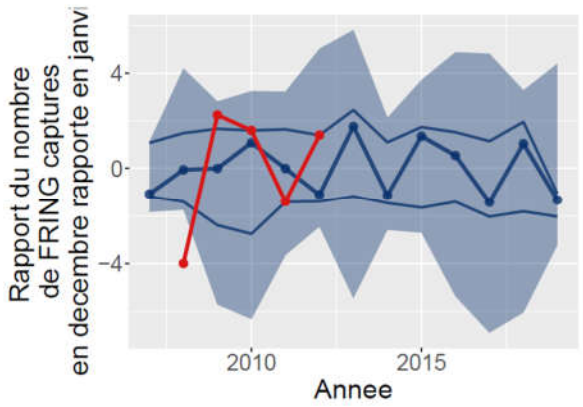



*Figure 13 : Variations du nombre de captures en décembre rapporté à celui de janvier pour les Fringilles*

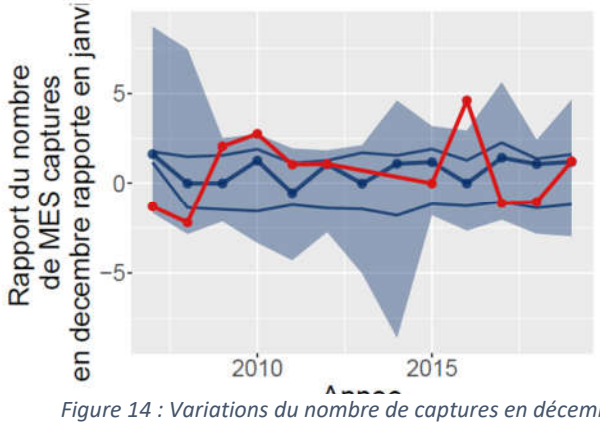



*Figure 14 : Variations du nombre de captures en décembre rapporté à celui de janvier pour les Mésanges*

Ces figures ont une vraie utilité pour les lecteurs des rapports : si un site repère dans ces figures générales un extrême inhabituel, disposer des figures par groupe d'espèce puis par espèce lui permet d'identifier

plus précisément le cortège d'espèces concernées par une phénologie d'hivernage potentiellement hors normes.

### b- Le taux de retour mensuel

Le taux de retour mensuel fut un indicateur bien plus simple à construire, et sa définition est intuitive : le taux de retour mensuel entre janvier et décembre est le nombre d'oiseaux capturés en décembre puis contrôlé en janvier, divisé par le nombre d'oiseaux capturés en décembre.

Il arrive aux oiseaux de faire le tour de plusieurs sites proches pendant l'hiver [7], donc le domaine vital hivernal d'un oiseau est supérieur à la surface des zones d'étude (typiquement restreinte à un jardin). Ainsi, lors d'une session de capture, tous les oiseaux hivernants ne sont pas présents sur site. La valeur est donc sous-estimée, mais ses variations entre hiver et entre sites restent intéressantes.

Grâce à l'attractivité de la mangeoire, on observe des taux de contrôle mensuels très élevés (notamment par rapport à ce qu'on pourrait attendre d'autres programmes qui n'impliquent pas de nourrir les oiseaux), ce qui était attendu.

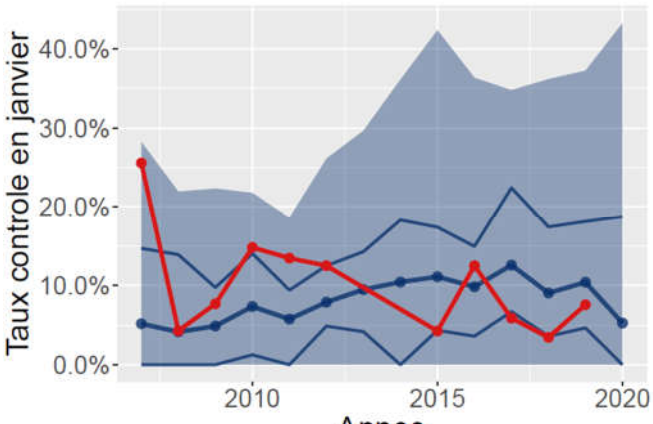



*Figure 15 : Pourcentages d'oiseaux marqués en décembre et contrôlés en janvier*

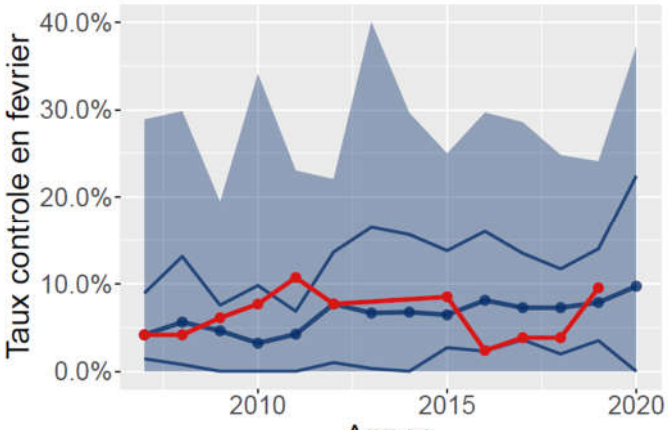



*Figure 16 : Pourcentage d'oiseaux marqués en janvier et contrôlés en février*

On pourrait ici reconnaître une légère tendance à la hausse au fil des années, et des valeurs médianes un peu plus élevées en général pour le taux de contrôle en janvier par rapport à celui de février. C'est un résultat intéressant, qui pourrait être approfondi par des analyses statistiques, et il revient de nouveau au lecteur de chaque rapport d'interpréter les résultats de sa station en fonction de sa connaissance des particularités locales.

En conclusion de cette partie, nous avons réussi à produire des indicateurs qui seront utiles aux participants du programme, pour se comparer par rapport aux autres sites et évaluer leur évolution au cours des années. Pour un bagueur ou organisme qui aura l'impression d'avoir eu beaucoup d'oiseaux de passage, ces indicateurs mensuels sont l'occasion de vérifier si une année a effectivement été extraordinaire, et où il se situe par rapport au reste de la France.

Nous avons aussi observé des tendances qui s'accordent avec nos hypothèses sur le déroulement de l'hiver, et ce travail est une base prometteuse pour de futures analyses statistiques.

## 3 – Ager les oiseaux

Pour le STOC Capture, un indicateur « productivité » a été mis en place. Il calcule le nombre de juvéniles capturés divisé par le nombre d'adultes capturés, et donne ainsi une idée du nombre de jeune produit par adulte.

En SPOL Mangeoire, cela n'aurait pas de sens puisque ce n'est pas la période de reproduction qui est concernée. Il peut être néanmoins intéressant d'évaluer la proportion de jeunes parmi toutes les captures effectuées. En plus de renseigner sur la structure en âge de la population hivernante, ces données peuvent être mises en parallèle avec les proportions de jeunes d'autres périodes (reproduction, migration) pour renseigner sur la productivité annuelle, leur taux de survie et/ou leur migration différentielle, ainsi que pour repérer les années ou les sites avec des structures en âge hors normes.

Produire l'indicateur est simple, puisqu'il s'agit juste du pourcentage de juvéniles capturé par rapport au nombre total d'oiseaux capturés. La difficulté en revanche, vient de la fiabilité de l'identification de l'âge chez certaines espèces.

En effet, la plupart du temps, l'âge d'un oiseau est déterminé à partir de l'âge de ses plumes (sa mue). Mais en hiver certaines espèces ont déjà complètement mué, et ne portent pas d'autres signes distinctifs. Il est alors très difficile de déterminer leur âge, et les bagueurs en viennent soit à déclarer qu'ils ne le connaissent pas soit à émettre une hypothèse, selon leur expérience.

L'enjeu de cet indicateur a donc été de trouver des critères permettant d'estimer si une espèce est 'âgeable' ou non, c'est-à-dire de savoir si les observations d'âges sont fiables et peuvent servir à calculer la proportion de juvénile.

La toute première étape fut de mettre en place une table (Fig.18) liant l'âge répertorié des oiseaux et leur âge véritable. En effet, l'inconvénient de l'hiver est d'être situé entre deux années civiles. Un oiseau âgé '1A' (1ère année ) en décembre sera âgé '2A' (2ème année) en janvier.

Sachant que 'VOL' veut dire 'volant' et est donc une des catégories d'âge inconnu, la chose intéressante est de constater qu'un oiseau âgé '+1A' en décembre est d'âge connu (c'est un adulte) mais un oiseau '+1A' en janvier est d'âge inconnu (puisque '+1A' peut signifier qu'il est né l'année précédente, donc est juvénile en hiver, ou qu'il est né l'année d'avant, donc qu'il est adulte).

| AGE | Résultat fin d'année | Résultat début d'année |
|---|---|---|
| VOL | VOL | VOL |
| +1A | AD | VOL |
| 2A | AD | JUV |
| 1A | JUV | VOL |
| +2A | AD | AD |
| 2A? | AD | JUV |
| 1A? | JUV | VOL |
| +1? | AD | VOL |
| +2? | AD | AD |
| +4A | AD | AD |
| +5A | AD | AD |
| +3A | AD | AD |
| 5A | AD | AD |
| 3A | AD | AD |
| 4A | AD | AD |
| PUL | JUV | VOL |
| VOL | VOL | VOL |
| +6A | AD | AD |
| +7A | AD | AD |
| 7A | AD | AD |
| 8A | AD | AD |
| | VOL | VOL |
| 6A | AD | AD |
| 3A? | AD | AD |
| +3? | AD | AD |

*Figure 17 : Table de correspondance des âges et du statut de l'oiseau selon le mois de capture*

A partir de cette table de correspondance, j'ai examiné le pourcentage, pour chaque espèce, d'âges certains, d'âges incertains et d'âges inconnus qui ont été indiqués. Cela donne une table dont une partie est présentée Figure 18.

| ESPECE | NOM VERNACULAIRE | CERTAINS | INCONNUS | PROBABLES | AVEC AGE | TOTAL | N>200 | Liste final |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SCORUS | BÃ©casse des bois | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 7 | out | Non |
| **CARMEAFLA** | **Sizerin borÃ©al** | **100,00** | **0,00** | **0,00** | **100** | **33** | **out** | **Oui** |
| TYTALB | Chouette effraie | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 3 | out | Non |
| ALCATT | Martin-pÃªcheur d'Europe | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 19 | out | Non |
| EMBPUS | Bruant nain | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| CORFRU | Corbeau freux | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 6 | out | Non |
| LARRID | Mouette rieuse | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| LAITOR | Pie-griÃ¨che grise | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 2 | out | Non |
| GALAGO | BÃ©cassine des marais | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 2 | out | Non |
| SYLBOR | Fauvette des jardins | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 2 | out | Non |
| ACRSCI | Rousserolle effarvatte | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| SYLCOM | Fauvette grisette | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| CIRCYA | Busard Saint-Martin | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| SYLCURHAL | Fauvette babillarde | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| ANTSPI | Pipit spioncelle | 66,67 | 0,00 | 33,33 | 100 | 3 | out | Non |
| **PYRULAPYR** | **Bouvreuil trompetteur** | **100,00** | **0,00** | **0,00** | **100** | **3** | **out** | **Oui** |
| MOTALBYAR | Bergeronnette de Yarrell | 50,00 | 0,00 | 50,00 | 100 | 2 | out | Non |
| RALAQU | RÃ¢le d'eau | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 4 | out | Non |
| ACCGEN | Autour des palombes | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| BOMGAR | Jaseur borÃ©al | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| PICDISVIR | Pic vert | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| PHYINO | Pouillot Ã  grands sourcils | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 2 | out | Non |
| DRYMAR | Pic noir | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100 | 1 | out | Non |
| SERRIADOM | Canari domestique | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 2 | out | Non |
| MELARA | Macreuse noire | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| SPESPE | Tous les oiseaux | 50,00 | 0,00 | 50,00 | 100 | 6 | out | Non |
| CISJUN | Cisticole des joncs | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100 | 1 | out | Non |
| STUUNI | Ã‰tourneau unicolore | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| PHYCOLTRI | Pouillot de SibÃ©rie | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| SYLCUR | Fauvette babillarde | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| PYRGRA | Chocard Ã  bec jaune | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 3 | out | Non |
| TURTOR | Merle Ã  plastron | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| ARDCIN | HÃ©ron cendrÃ© | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| JYNTOR | Torcol fourmilier | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| STRALU | Chouette hulotte | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 100 | 1 | out | Non |
| **EMBSCH** | **Bruant des roseaux** | **94,82** | **2,98** | **2,21** | **97** | **907** | **ok** | **Oui** |

*Figure 18 : Proportion de chaque catégorie d'âge (certain, inconnu, probable) pour chaque espèce.*

Pour qu'une espèce soit considérée comme 'âgeable', les critères qui ont été choisis sont les suivants :

-Il faut que l'espèce ait été capturée au moins 200 fois, pour que les pourcentages calculés soient considérés comme représentatifs et suffisamment précis.

-Il faut qu'au moins 80% des oiseaux aient été âgés, avec un âge certain ou probable.

Le tableau des espèces 'âgeables' ou non a ensuite été envoyé à des ornithologues pour confirmer la classification statistique avec leurs expériences de terrain (et notamment à Romain Provost, technicien au CRBPO). Globalement, les correspondances étaient cohérentes et les espèces difficiles à âger apparaissaient Quelques exceptions en sont ressorties :

-Le tarin des aulnes, qui peut être âgé en hiver, présentait 29% de données non âgées par les bagueurs. C'était assez dommageable, puisque c'est une espèce qui est beaucoup capturée (plus de 33 000 captures) et dont le comportement en hiver est intéressant (voir partie II-4). Une des hypothèses pour expliquer cette observation est que le tarin est souvent capturé lors de captures massives puisqu'il se déplace souvent en bande, et donc que les bagueurs n'ont pas le temps de prendre des mesures biométriques et d'âger tous les individus capturés. Parce que cela reste une espèce qu'il est possible d'âger, nous avons décidé de l'indiquer comme 'âgeable' tout de même : les catégories d'âge sont fiables pour l'espèce lorsqu'elles sont renseignées.

-Certaines espèces réputées difficiles à âger étaient estimées comme 'âgeables' par notre étude. C'est le cas, par exemple, pour le Roitelet huppée, le verdier d'Europe ou le Chardonneret élégant. Les guides couramment utilisées par les ornithologues ([10],[11]) décrivent en effet de grands pourcentages de mue en hiver et des difficultés à les âger pour cette raison.

Pour le Roitelet huppée : "seul les plus typique pourrait être âgés, forme des RC souvent intermédiaire et des +1A avec RC de forme juvénile au moins dans le sud" ([10]). Cette espèce a donc été indiquée 'non âgeable'.

Pour le Verdier d'Europe et le Chardonneret élégant, nous avons décidé de les laisser 'âgeable'. Néanmoins, la comparaison avec des oiseaux âgés à l'aide de la pneumatisation de leur squelette ([11]) a montré que l'étude par la mue pouvait être difficile pour ces espèces.

-Pour quelques cas moins frappants, des espèces réputées faciles à âger n'étaient pas considérées 'âgeable' et inversement. Nous avons néanmoins décidé de garder ces critères (plus de 200 captures et plus de 80% de données âgées) parce qu'ils demeurent fiables pour la grande majorité des espèces.

Une amélioration possible de ces crièteres serait de regarder, pour chaque espèce, le pourcentage de captures qui ont été faites sans mesures biométrique. Cela donnerait une idée du temps accordé pour âger l'oiseau, puisqu'une session SPOL Mangeoire très chargée ne permet pas toujours aux bagueurs de prendre leur temps. Eventuellement, on aurait pu aussi prendre en compte les données hors des sessions validées pour dresser le tableau de référence.

Cette étude nous a permis de mettre en place l'indicateur 'proportion de jeunes (Fig.19) et de faire un indicateur de condition corporelle qui considère séparément les jeunes et les adultes.

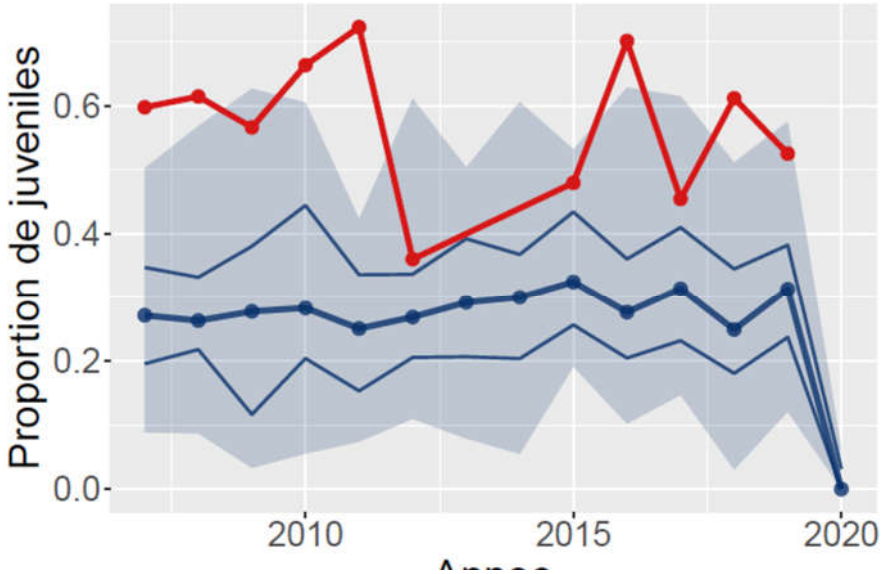



*Figure 19 : Proportion de jeunes oiseaux parmi les oiseaux capturés. Sur cet exemple, nous constatons que le site considéré héberge une population hivernante largement dominée par de jeunes oiseaux (relativement aux autres sites d'étude)*

Cet indicateur s'est avéré très intéressant, puisque les proportions de jeunes observées sont bien en-dessous de ce qui était attendu. Alors qu'à la base mon tuteur supposait que les jeunes constituent une part majoritaire (plus de 60%) des oiseaux capturés en hiver, il s'avère que la médiane est à environ 30% de jeunes seulement. Compte tenu de la grande mortalité des jeunes oiseaux (jusqu'à 70% pour certaines espèces de passereaux ([12],[13]), cela suggère que la majorité des jeunes devant mourir dans l'année sont déjà morts avant l'hiver.

La question a donc été de voir si certaines espèces ont des proportions de jeunes plus élevées que d'autres. Une première déclinaison par catégorie d'espèce (mésanges et fringilles) marque déjà une différence :

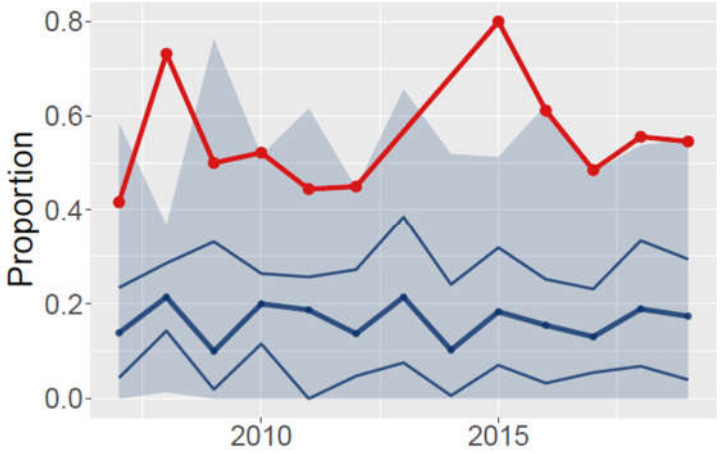



*Figure 20 : Proportion de jeunes oiseaux pour les Fringilles*

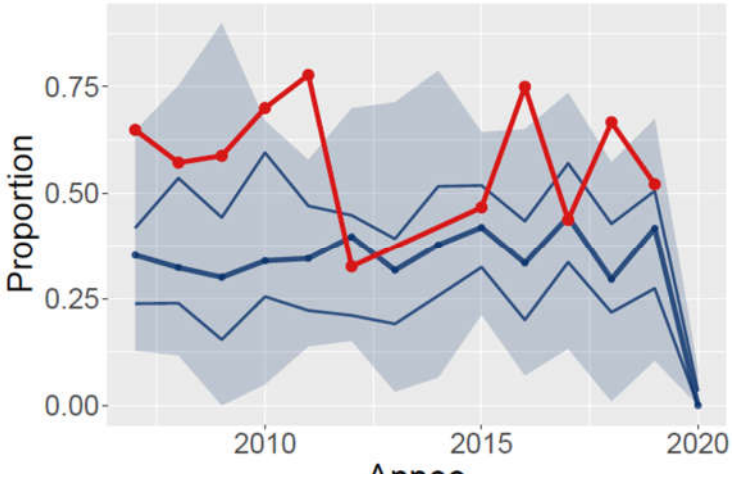



*Figure 21 : Proportion de jeunes oiseaux pour les Mésanges*

Si la médiane de la proportion de jeunes fringilles est toujours comprise entre 10 et 20%, celle des mésanges l'est entre 25% et 35%, et ce de manière régulière dans le temps. Regarder la barre des 75% est encore plus frappant : là où elle atteint régulièrement 50% pour les mésanges, elle n'atteint jamais

les 40% pour les fringilles. En conclusion, les populations hivernantes de mésanges sont composées de plus de jeunes que les populations hivernantes de fringilles. La cause de cette différence reste à explorer.

Une étude complète pourrait s'intéresser aux différences de taux de mortalité juvénile et de migration différentielle entre fringilles et mésanges, et éventuellement à des différences de comportement vis-à-vis de la dépendance à la nourriture en hiver ([14]). Également, peut-être que les jeunes de mésanges sont plus susceptibles de se faire capturer autour des mangeoires, ou ont plus de chance de fréquenter les mangeoires en général par rapport aux jeunes fringilles.

Pour mettre ce résultat par catégorie d'espèces en contexte, les mésanges sont globalement plus abondamment capturées que les fringilles, et les deux catégories sont plus capturés que les autres espèces (Fig.22). Les différences observées ne devraient pas l'être par manque de données comme elles pourraient l'être dans des comparaison entre espèces seules.

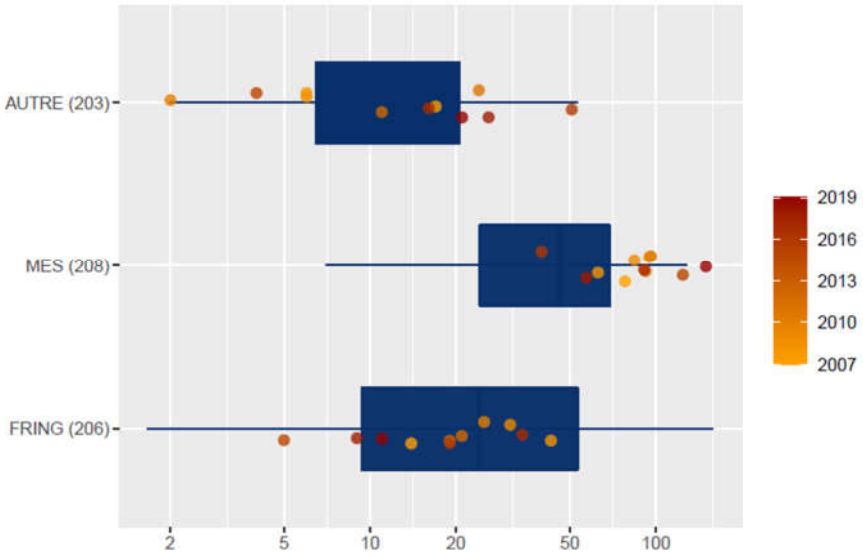



*Figure 22 : Nombre d'individus capturés par hiver et par catégorie d'espèce*

## 4 – Mise en évidence du comportement particulier des Tarins des Aulnes

En produisant les premiers rapports contenant ces nouveaux indicateurs, une espèce a tout de suite montré un comportement particulier. En effet, le Tarin des Aulnes a été capturé par 97 sites au cours des 13 années concernées par le programme, et affiche des variations interannuelles d'abondance très particulières, présentées uniquement par cette espèce (Fig. 23).

La migration par irruption des tarins est connue pour l'espèce et ces indicateurs permettent de la mesurer et de suivre les variations d'intensité des irruptions entre années.

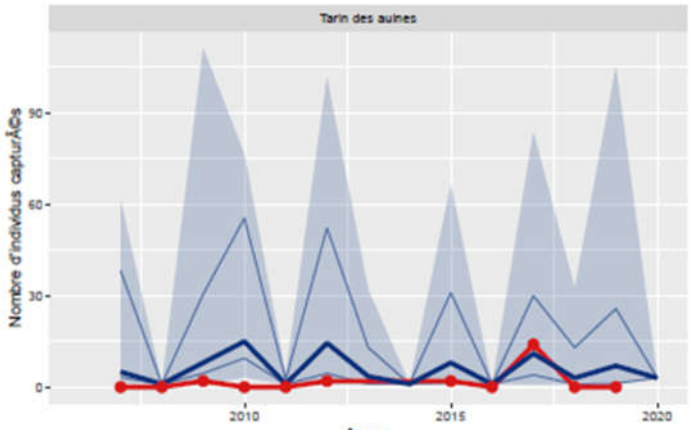



*Figure 23 : Nombre de tarins des aulnes capturés par hiver*

Non seulement à l'échelle des sites mais aussi à l'échelle nationale, il apparaît des 'pics'. Certaines années, le tarin des aulnes n'est pas du tout présent, et durant d'autres il est très largement capturé. Ce comportement est d'autant plus remarquable lorsqu'on le cartographie. En effet, ces apparences sont très localisées spatialement :

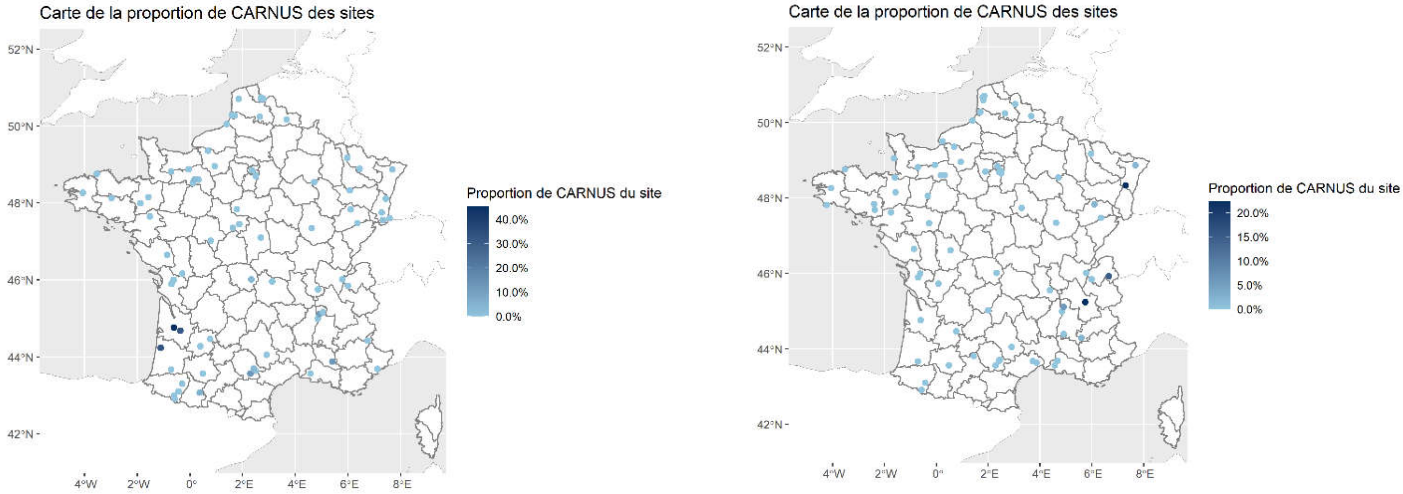



*Figure 24 : Cartes de la proportion de tarins des aulnes parmi les oiseaux capturés par site en 2019 (à gauche) et en 2018 (à droite)*

On voit alors très clairement, dans le temps et dans l'espace, que le Tarin des Aulnes se déplace en bandes conséquentes, ce qui est cohérent avec les observations faites par d'autres études ([15]). On voit ici qu'il peut représenter jusqu'à 40% des captures d'un site à lui seul pendant l'hiver.

## 5 – Spatialisation des résultats

Une idée à l'issue de la construction des rapports SPOL Mangeoire a été de spatialiser certains des indicateurs, sous l'hypothèse que les communautés hivernantes (et donc les comportements migratoires médians) divergent entre régions. En particulier, il était attendu que les sites placés sur des zones côtières

ou dans la vallée du Rhône (connus pour être des zones de concentration des oiseaux en déplacement migratoire) présentent des valeurs différentes du reste de la France.

Les indicateurs qui ont été jugés intéressants à spatialiser ont été les suivants :

-Les variations mensuelles d'abondance, puisqu'elles pourraient permettre de repérer le chemin suivi par des cortèges d'oiseaux.

-La proportion de jeunes, pour voir si certaines zones géographiques sont plus propices à en accueillir que d'autres.

-Le taux de retour annuel, pour voir si la fidélité au site dépend de sa localisation.

Ces explorations ont permis de visualiser certaines particularité attendues, et sont encourageante pour de futures études approfondies. (Pour la carte de la proportion de jeunes, voir en annexe).

### a- Variations mensuelles d'abondance

Les variations mensuelles d'abondance ont été cartographiées avec les deux manières dont elles ont été calculées : en différence et en rapport. Néanmoins, les résultats n'étaient pas très différents. Je présenterai donc ici les résultats obtenus via le rapport du nombre de captures d'un mois sur l'autre (puisque c'est le choix de l'indicateur final pour le rapport). Les cartes des différences peuvent être trouvées en annexe.

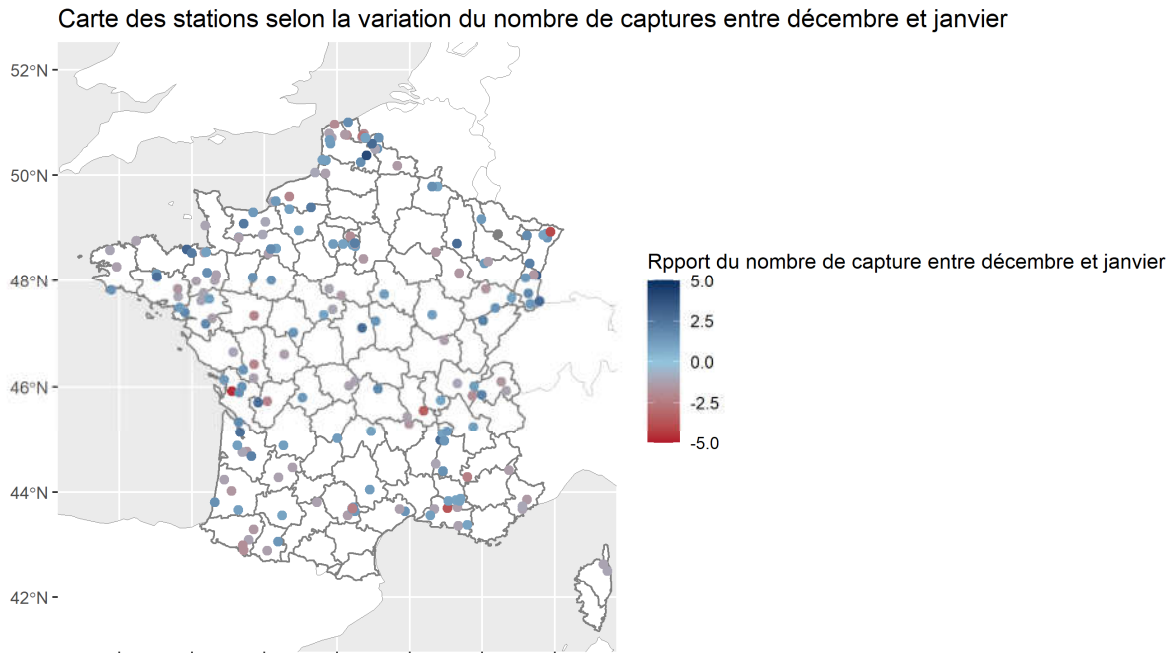



*Figure 25 : Carte des stations selon la moyenne sur les années du rapport du nombre de captures de décembre sur celui de janvier*

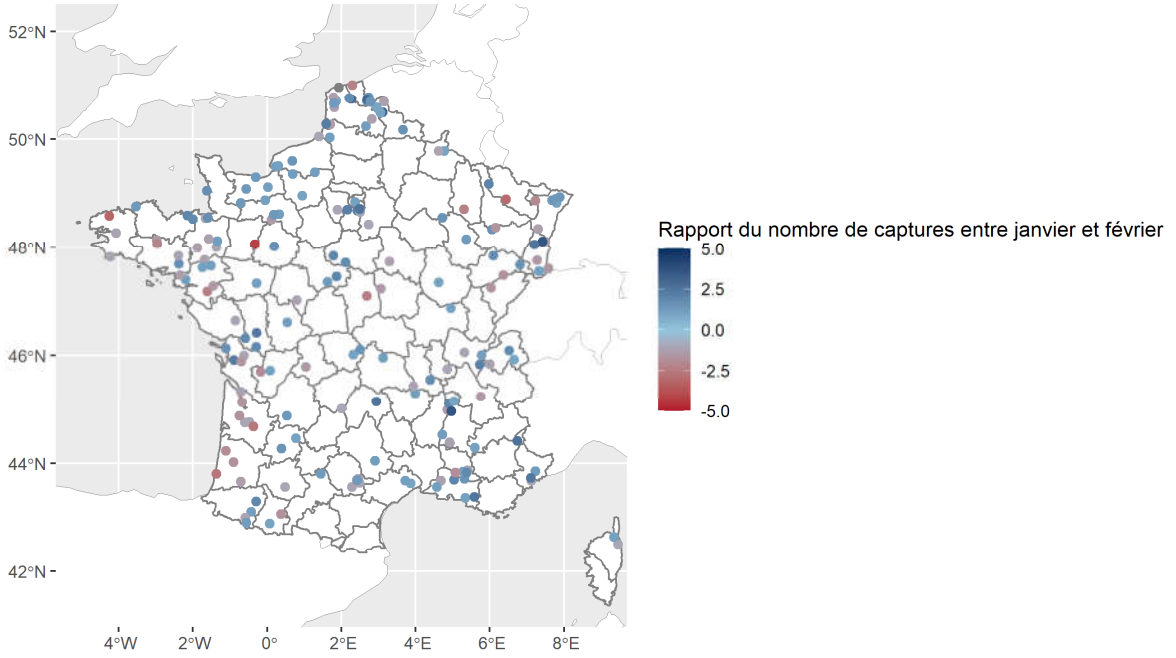



*Figure 26 : Carte des stations selon la moyenne sur les années du rapport du nombre de captures de janvier sur celui de février*

Pour les résultats de janvier (Fig. 25), on peut constater qu'il y a un peu plus de points très foncés dans la moitié nord de la France et vers les côtes. C'est ce qui est attendu sous l'hypothèse qu'une plus grande partie des populations hivernantes du nord sont composées de migrateurs par rapport aux populations

hivernantes du Sud. C'est un résultat qu'une étude statistique pourrait permettre de valider avec certitude.

En février, on constate presque un excès de valeurs négatives (plus de valeurs en janvier qu'en février) dans le Sud-ouest. Pour tenter de vérifier ces observations, j'ai voulu tracer les cartes par années. En effet, moyenner les valeurs de chaque site sur les années peut potentiellement lisser les résultats, et il peut être intéressant de mettre en avant des années particulières.

Malheureusement (et il en est de même pour la carte de janvier-février) pour une année seulement le nombre de point sur la carte est trop faible pour pouvoir observer une distribution spatiale à l'échelle de la France, même pour l'année 2019 (Fig. 27) où le nombre de sites actifs et le plus haut.

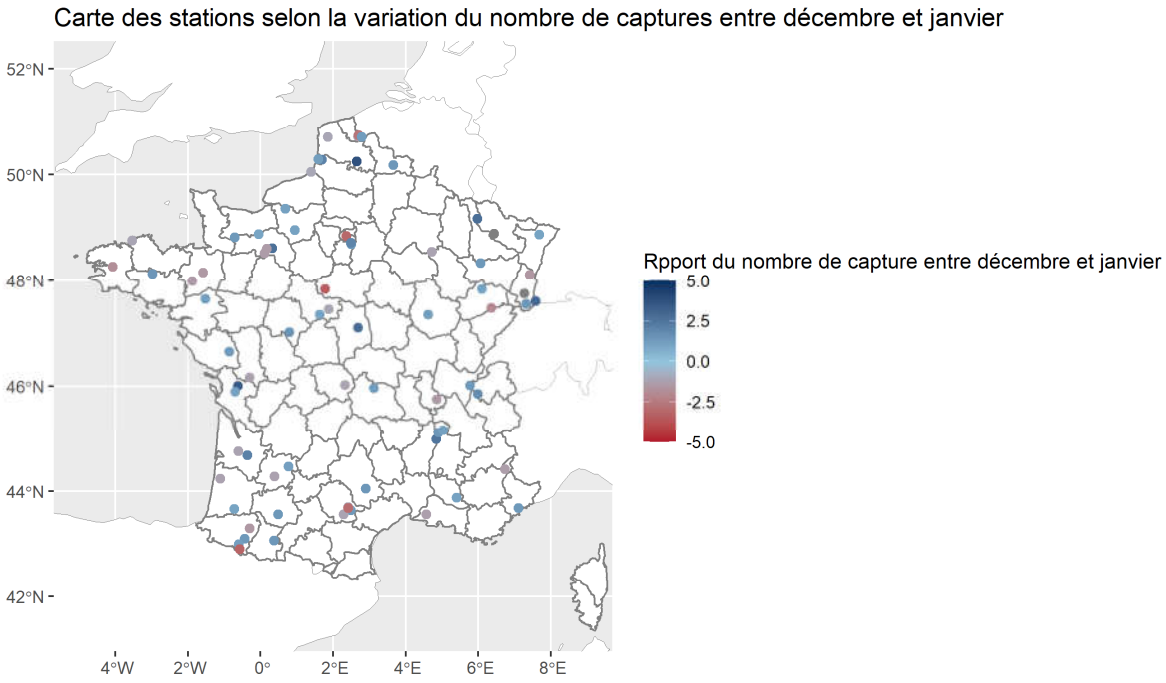



*Figure 27 : Carte des stations selon le rapport du nombre de captures de décembre sur celui de janvier moyen en hiver 2019*

### b- Retour annuel

Le taux de retour annuel comprend, en réalité, plusieurs informations. Il dépend à la fois de la fidélité d'un oiseau à son site d'hivernage (et puisque les sites peuvent être petits, cela implique une fidélité très localisée dans l'espace), de la chance de survie et de la probabilité pour un oiseau d'être capturé lors d'une session de baguage.

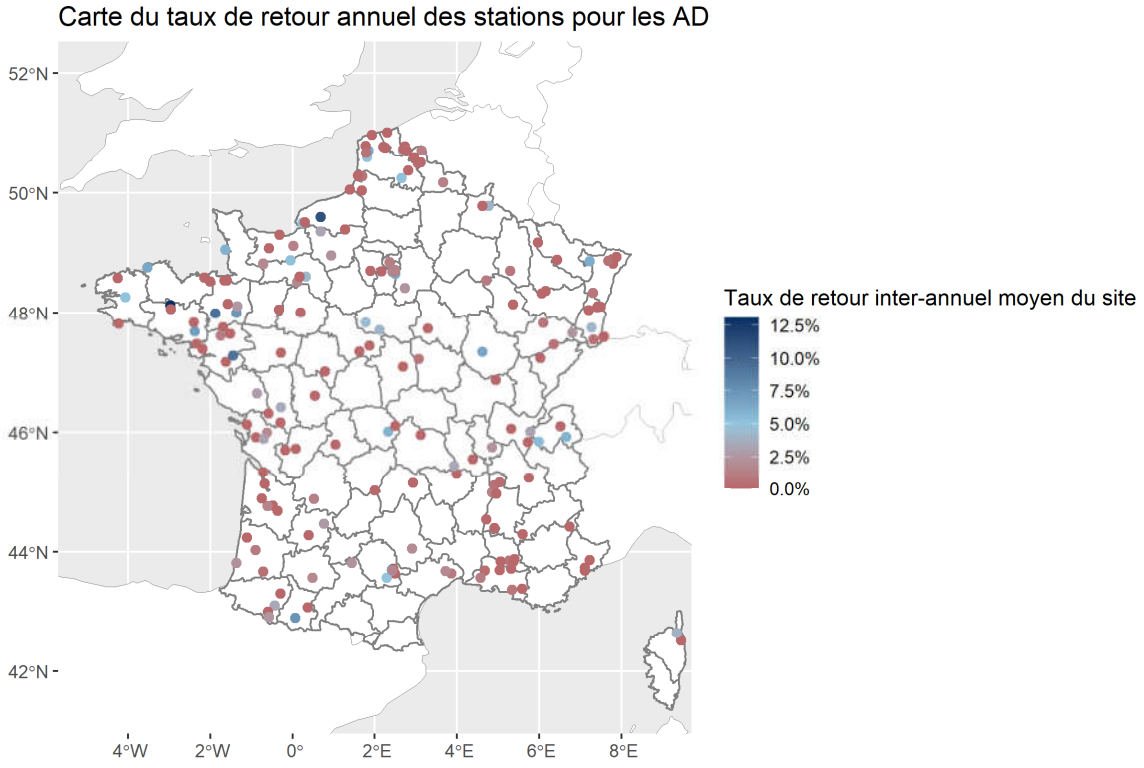



*Figure 28 : Carte des stations selon leur taux de retour interannuel moyen sur leurs années d'activité*

On peut constater au niveau de la Bretagne des sites qui ont apparemment des taux de retour plus élevés que dans le reste de la France. Si cette observation ne peut être interprétée seule, elle fournit une observation préliminaire qui méritera des analyses spatiales dédiées lors de projets ultérieurs.

Afin de voir si des comportements par espèce pouvaient apparaître, la même carte a été tracée pour quelques espèces données (Fig.29).

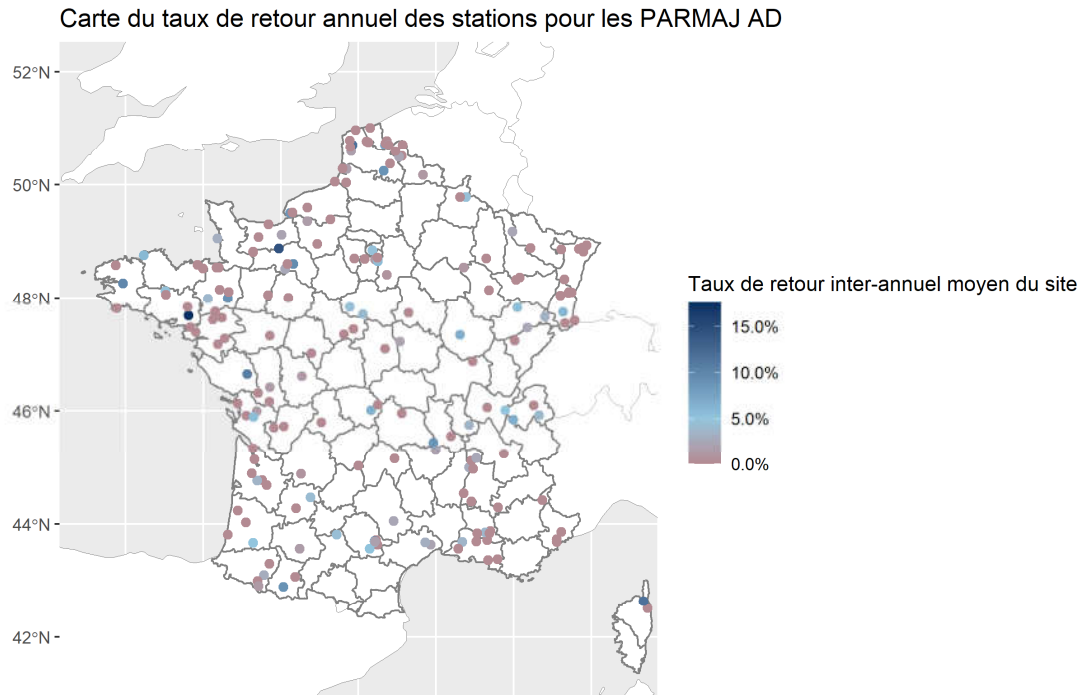



*Figure 29 : Carte des stations selon leur taux de retour interannuel moyen des mésanges charbonnière adultes*

Pour la mésange charbonnière, une des espèces les plus capturées du programme, on constate que les taux de retours interannuels sont plus hauts que la moyenne (Fig. 29). Mis en parallèle avec la carte de la figure 28, on peut constater que les fortes valeurs de certains sites sont notamment dues à cette espèce.

D'un point de vue pratique, cartographier ces indicateurs a l'avantage de faire ressortir les stations aux comportements particulier afin de pouvoir étudier leurs données complètes. Pour l'instant, aucune de ces cartes ne sert aux rapports du SPOL Mangeoire, elles n'ont été tracées que dans le cadre de cette exploration. Les inclure est une option pour améliorer les rapports à l'avenir.

# Conclusion

A l'issue de mon stage, un script R dédié au SPOL Mangeoire permet de produire des rapports annuels par site, avec à la fois des indicateurs qui existaient déjà pour d'autres programmes, et de nouveaux pensés pour l'étude des populations hivernante. C'était l'objectif principal du stage, et l'avoir mené à bien fut très satisfaisant. D'autant plus que ces rapports auront une réelle utilité pour ceux qui les recevront, et récompensent en quelque sorte des années de suivi rigoureux. Bien qu'il y ait naturellement des pistes d'amélioration à explorer encore, ces rapports seront envoyés aux bagueurs et organismes concernés d'ici la fin de cette année 2021, afin d'informer et motiver la poursuite de leur implication dans le suivi annuel du fonctionnement des populations hivernantes de passereaux granivores.

Pour ma part, cela a été un projet à la fois stimulant et satisfaisant, qui m'a permis de me familiariser avec R et de découvrir le monde de l'ornithologie en France. Si son but était à vocation pratique et informative (ce que je cherchais dans mon stage), ces travaux ouvrent aussi la voie à des études statistiques approfondies, qui pourraient documenter et vérifier les hypothèses que nous avons faites sur la dynamique des populations hivernantes d'oiseaux en France.

# Bibliographie


[1] **Muséum National d'Histoire Naturelle**, Site de VigieNature. https://www.vigienature.fr/

[2] **C.R.B.P.O.** Blog du CRBPO. https://crbpoinfo.blogspot.com/ (2014).

[3] **C.R.B.P.O.** Site du CRBPO. https://crbpo.mnhn.fr/ (2007)

[4] **C.R.B.P.O**. Protocole SPOL Mangeoire. Site du CRBPO. https://crbpo.mnhn.fr/IMG/pdf/protocole_spol_v2_3.pdf (2020).

[5] **Perdeck AC.** The analysis of ringing data: pitfalls and prospects. Vogelwarte, 29, 33–44. (1977)

[6] **Gill F, D Donsker & P Rasmussen (Eds).** IOC World Bird List (v11.2). doi : 10.14344/IOC.ML.11.2. (2021).

[7] **LPO France**. Suivi des oiseaux communs en France, résultats 2019 des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs. (2020).

[8] **Vigienature.** Résultats par espèces des programmes participatifs de suivi des oiseaux communs. https://www.vigienature.fr/fr/resultats-especes-3367 . (2019)

[9] **Duret et al**. Histoire de mésanges à la mangeoire. Le Tiercelet (2010)

[10] **Laurent Demongin.** Guide d'identification des oiseaux en main - Nouvelle édition (ISBN 978-2-9555-0191-7) (2020).

[11] **Raffael Winkler & Lukas Jenni.** Moult and ageing of European Passerines, Bloomsbury (2020).

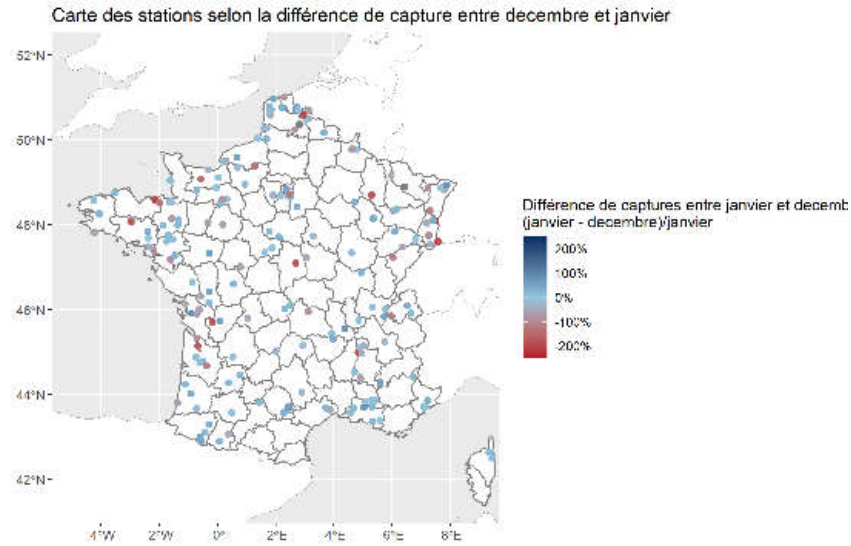
[12] **K. A. Sullivan**. Predation and starvation: Age-specific mortality in juvenile juncos (Junco phaenotus). J. Anim. Ecol. 58, 275–286 (1989).

[13] **T. E. Martin, B. Tobalske, M. M. Riordan, S. B. Case, K. P. Dial,** Age and performance at fledging are a cause and consequence of juvenile mortality between life stages. Sci. Adv. 4, eaar1988 (2018).

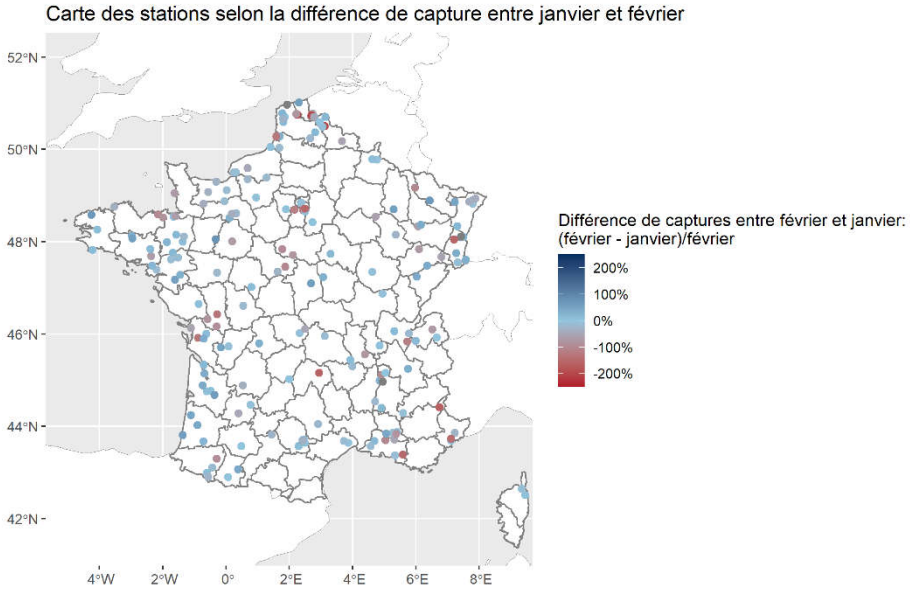
[14] **Pauline Pierret, Frédéric Jiguet,** The potential virtue of garden bird feeders: More birds in citizen backyards close to intensive agricultural landscape. Biological Conservation, Volume 222, page 14-20. (2018)

[15] **Senar, Kew & Kew** Do Siskins have friends? An analysis of movements of Siskins in groups based on EURING recoveries. Bird Study 62, 566-568. (2015)

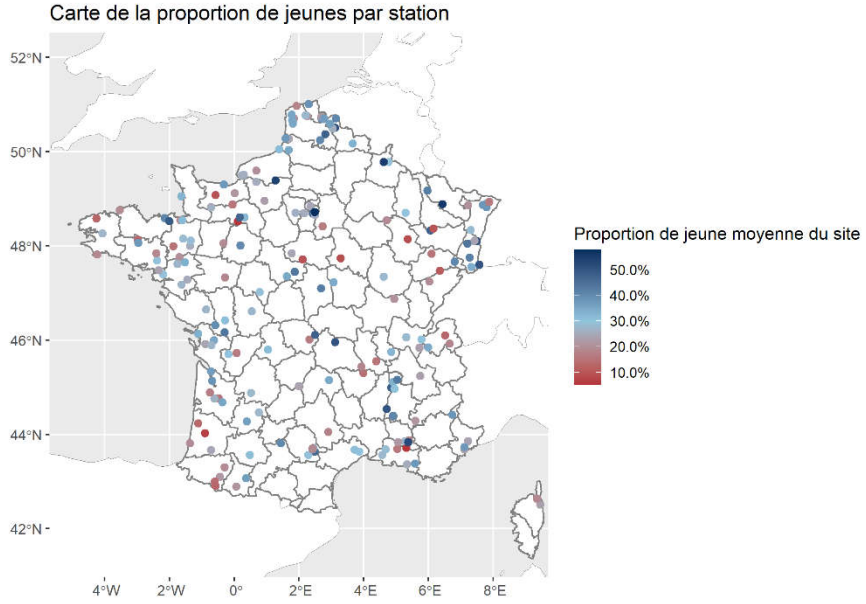
# Annexes




*Annexe 1 : Carte des stations selon la différence moyenne de capture entre décembre et janvier, rapportée aux captures de janvier*




*Annexe 2 : Carte des stations selon la différence moyenne de capture entre janvier et février, rapportée aux captures de février*




*Annexe 3 : Carte des stations selon leur proportion moyenne de jeunes parmi les oiseaux capturés.*