

# The Canadian Migration Monitoring Network

Researching Canada's Landbirds for Twenty Years



## Le Réseau canadien de surveillance des migrations

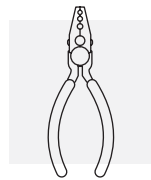
Vingt ans de recherche sur les oiseaux terrestres au Canada



# Contents

## Table des matières

EXECUTIVE SUMMARY RÉSUMÉ	2-3	LOOKING TO THE FUTURE LA SUITE DES CHOSES	34-35
INTRODUCTION INTRODUCTION	4-5	ACKNOWLEDGEMENTS REMERCIEMENTS	36
CMMN-RCSM PROGRAMS LES PROGRAMMES DU RCSM	8-9	REFERENCES CITED RÉFÉRENCES	40
A DECADE OF PROGRESS IN THE TREND MONITORING PROGRAM LE PROGRAMME DE SUIVI DES TENDANCES: UNE DÉCENNIE D'AVANCÉES	14-15	APPENDIX 1. SCIENTIFIC PUBLICATIONS ANNEXE 1. PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	42
Species classification Classification des espèces	14-15	APPENDIX 2. SPECIES WELL-MONITORED BY CMMN-RCSM ANNEXE 2. ESPÈCES BIEN SURVEILLÉES PAR LE RCSM	50
Trend analysis model Modèle d'analyse des tendances	21		
Response variable for trend analysis Variable réponse pour l'analyse des tendances	22		
Identification of breeding origin Détermination du lieu de provenance	24		
Assessment of CMMN-RCSM sampling framework Évaluation du cadre d'échantillonnage du RCSM	26		
Production of regional and national trends Production de tendances régionales et nationales	27		
Improved access to data and interpreted results Amélioration de l'accès aux données et aux résultats interprétés	30		
Habitat assessment Évaluation des habitats	32		



### Recommended citation

#### Pour citer ce document

Canadian Migration Monitoring Network. 2021. The Canadian Migration Monitoring Network - Réseau canadien de surveillance des migrations: Researching Canada's Landbirds for Twenty Years. CMMN-RCSM Scientific Technical Report #3. Birds Canada, Port Rowan, Ontario.

Réseau canadien de surveillance des migrations. 2021. Le Réseau canadien de surveillance des migrations : Vingt ans de recherche sur les oiseaux terrestres au Canada. Rapport technique no 3 du RCSM. Oiseaux Canada, Port Rowan, Ontario.



# Executive Summary

The Canadian Migration Monitoring Network - Réseau canadien de surveillance des migrations (CMMN-RCSM) is a cross-Canada collaboration of independently operated bird observatories, Birds Canada, and Environment and Climate Change Canada. Collectively, member observatories gather long-term information on physical condition, demographics and population trends for more than 200 bird species, resulting in a trove of scientific data that advance knowledge of birds and their migrations.

## The CMMN-RCSM has two prime objectives:

- i. To generate high quality research and monitoring information on population trends, catchment basins, bird migration corridors/routes, migration/dispersal dates, stopover sites and other aspects of the ecology of migrant birds; and
- ii. To influence bird conservation by making results readily accessible to member observatories, the scientific community, wildlife managers and regulators, and the general public.

Member observatories annually undertake standardized daily migration monitoring, usually with a combination of visual counts and banding, and also conduct and support independent and collaborative research on migratory birds and other wildlife. Observatories also provide training opportunities for students, biologists and researchers, and engage in a variety of outreach and education activities that increase understanding, appreciation and conservation of Canadian birds and their habitats.

Most observatories participate in the CMMN-RCSM's core cooperative project, the Trend Monitoring Program (TMP). Birds Canada calculates migration count trends every two years, archives data, and makes results available online. Trends for boreal-breeding species are among the Network's most valuable contributions to conservation assessment, because individuals counted during migration come from all parts of the breeding range, including regions beyond the road-accessible, mainly southern, portions of the boreal that are sampled by the Breeding Bird Survey.

Administrative efforts of the CMMN-RCSM have focused primarily on increasing the value of TMP products. Progress over the past decade, detailed in this report, includes improving analyses, identifying the portion of breeding range sampled by each observatory, and investigating means for combining site trends into regional and national trends. Species are now classified with a system that allows users to identify the quality and appropriate interpretation of each trend, and new requirements for habitat assessment at count sites will allow future evaluation of potential bias from habitat change.

The CMMN-RCSM is now a well-established and mature collaborative program, with an enviable record of scientific studies that contribute to understanding and conservation of Canada's migratory landbirds. Goals defined for the next decade include further refinement of programs and products, and working to ensure long-term sustainability of the Network.

# Résumé

Le Réseau canadien de surveillance des migrations (RCSM; le Réseau) est le fruit d'une collaboration pancanadienne entre des observatoires d'oiseaux exploités de façon indépendante, Oiseaux Canada et Environnement et Changement climatique Canada. Ces observatoires recueillent de l'information à long terme sur l'état de santé, les effectifs et les tendances populationnelles de plus de 200 espèces d'oiseaux, constituant ainsi une masse de données scientifiques qui fait progresser les connaissances sur les oiseaux et leurs migrations.

## Le Réseau poursuit deux objectifs principaux :

- i. Produire des données de recherche et de surveillance de grande qualité portant sur les tendances populationnelles, la provenance des oiseaux, les couloirs/voies de migration des oiseaux, les périodes de migration/de dispersion, les haltes migratoires et d'autres aspects de l'écologie des oiseaux en migration.
- ii. Influencer sur la conservation aviaire en rendant les données facilement accessibles aux observatoires membres, à la communauté scientifique, aux gestionnaires de la faune, aux responsables de la réglementation sur la faune et au grand public.

Les observatoires membres entreprennent chaque année une surveillance quotidienne normalisée de la migration, généralement par une combinaison de dénombrements visuels et de travaux de baguage, et mènent et soutiennent également des recherches indépendantes et collaboratives sur les oiseaux migrants et d'autres espèces sauvages. De plus, ils offrent des possibilités de formation à des étudiants, des biologistes et des chercheurs, et mènent diverses activités de sensibilisation et d'éducation qui visent à accroître la connaissance, l'appréciation et la conservation des oiseaux du Canada et de leurs habitats.

La plupart des observatoires du Réseau participent à son programme principal, le Programme de suivi des tendances (PST). Oiseaux Canada établit les tendances des dénombrements en migration tous les deux ans, archive les données et les met à disposition en ligne. Les tendances propres aux espèces qui nichent dans la zone boréale comptent parmi les plus précieuses contributions du Réseau à l'évaluation de la conservation étant donné que les individus dénombrés pendant les migrations gagnent toutes les parties de l'aire de nidification, dont les régions situées au-delà des parties accessibles par la route, surtout dans la partie méridionale, de la zone boréale où l'on trouve des parcours du Relevé des oiseaux nicheurs (BBS).

L'aspect administratif du Réseau est concentré principalement sur l'augmentation de la valeur des produits du PST. Les progrès réalisés au cours de la dernière décennie, détaillés dans ce rapport, comprennent l'amélioration des analyses, la détermination de la portion de l'aire de nidification échantillonnée par chaque observatoire et l'étude des moyens permettant de combiner les tendances aux sites des observatoires en tendances aux échelles régionale et nationale. Les espèces sont maintenant classées dans un système permettant aux utilisateurs des données de déterminer la qualité de chaque tendance et de l'interpréter correctement. Par ailleurs, les nouvelles exigences relatives à l'évaluation de l'habitat aux lieux de dénombrement permettront d'évaluer le biais potentiel lié à la modification de l'habitat.

Le Réseau est maintenant un programme collaboratif bien établi qui a atteint la maturité et qui a nourri un nombre enviable d'études scientifiques qui contribuent à la connaissance et à la conservation des oiseaux terrestres migrants au Canada. Parmi les buts fixés pour la prochaine décennie, on compte l'amélioration des programmes et des produits ainsi que le maintien de la pérennité du Réseau.



## Introduction

Canada's boreal region is home to an estimated 1-3 billion landbirds (Blancher 2003). Over 90% of them leave Canada for the winter along with their surviving offspring, forming a river of 3-5 billion birds moving south from Canada each fall; a number augmented by millions more passing through from Alaska. Canada has a long tradition of migration counts and study at bird observatories, and recognition has grown since the 1980s that migration counts can track long-term changes in population size. Migration monitoring quantitatively records birds originating from all portions of the breeding range, unlike the Breeding Bird Survey which samples road-accessible, mainly southern, parts of Canada's boreal region. For this reason, migration counting is recognized by the international conservation coalition [Partners in Flight](#) as a uniquely valuable monitoring tool (Dunn et al. 2005).

The Canadian Migration Monitoring Network-Réseau canadien de surveillance des migrations (CMMN-RCSM, or 'the Network') was established in 1998 to coordinate the work of bird observatories across Canada. Ten sites were already operating when the Network was established. The number of members doubled over the first decade, and though a few observatories are no longer active, membership has continued to expand (Figure 1).

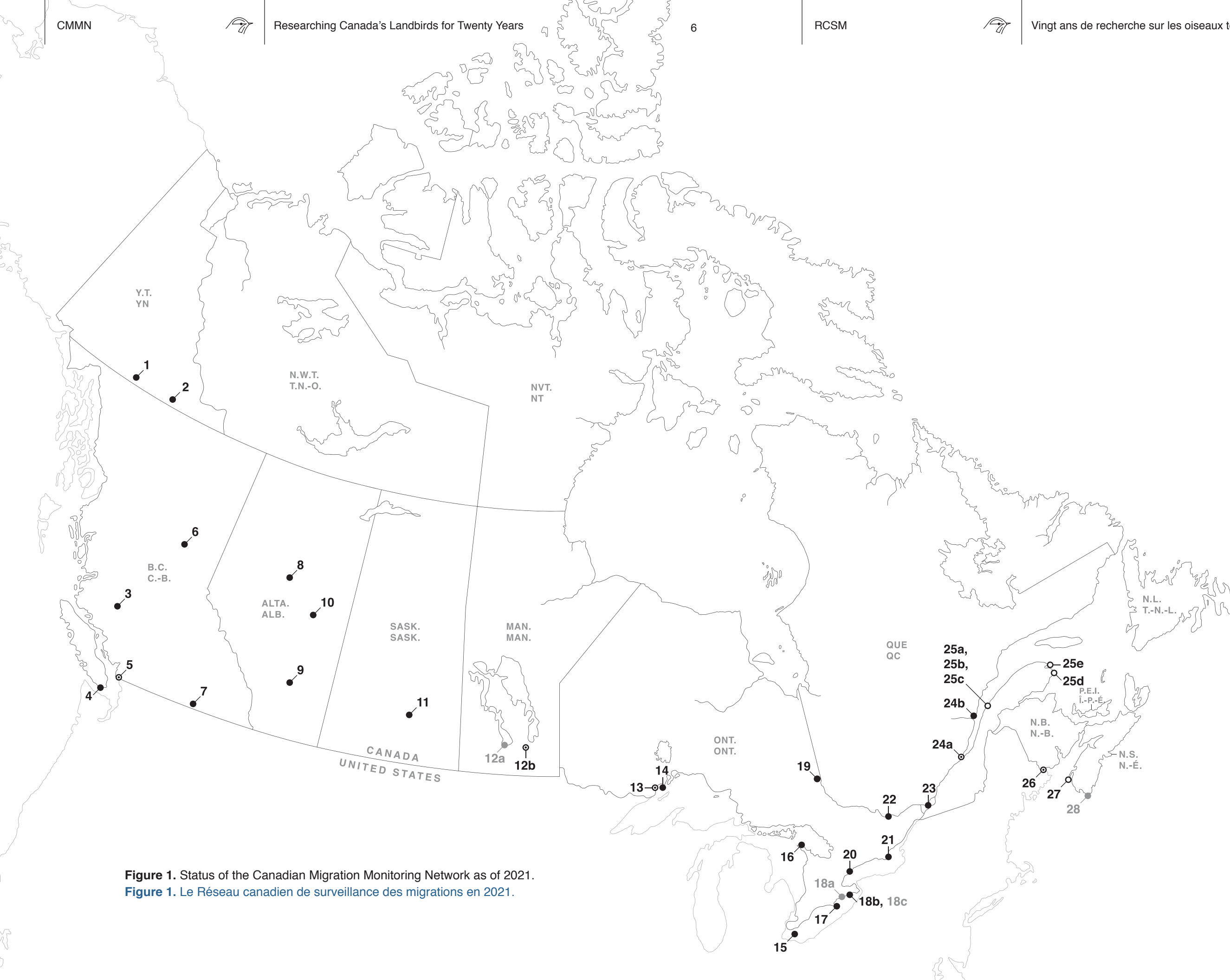
The Network is managed by a Steering Committee comprising representatives from member observatories, Birds Canada (formerly Bird Studies Canada) and Environment and Climate Change Canada (ECCC). Although CMMN-RCSM sites are independently operated and for the most part find their own funding (see Acknowledgements), ECCC and Birds Canada are important supporters in a variety of ways, and members receive a significant proportion of money they raise in Birds Canada's annual [Great Canadian Birdathon](#). In addition, pilot migration monitoring programs and special projects of existing observatories are eligible for small grants from Birdathon proceeds through the [James L. Baillie Memorial Fund](#). The average annual operating budget for member observatories in 2021 was \$57,000 (USD 44,000).

## Introduction

Selon des estimations, la zone boréale du Canada accueille d'un à trois milliards d'oiseaux terrestres (Blancher, 2003). Plus de 90% de ces oiseaux quittent le Canada pour l'hiver en compagnie de leur progéniture qui a survécu; chaque automne, ils forment une « rivière » de trois à cinq milliards d'individus qui « coule » vers le sud, à laquelle s'ajoutent des millions d'autres oiseaux en provenance de l'Alaska. Il existe au Canada une longue tradition de dénombrements et de recherches menés à des observatoires pendant les migrations, et l'on reconnaît de plus en plus depuis les années 1980 que les décomptes d'oiseaux de passage en migration permettent de faire le suivi des changements dans les effectifs. Contrairement au Relevé des oiseaux nicheurs (BBS), qui repose sur des échantillonnages effectués dans des parties principalement méridionales de la zone boréale du Canada accessibles par la route, la surveillance pendant les migrations enregistre quantitativement les oiseaux provenant de toutes les parties de l'aire de nidification. Pour cette raison, la coalition internationale vouée à la conservation [Partners in Flight](#) (Partenaires d'envol; page en anglais) reconnaît le dénombrement pendant les migrations comme une méthode de suivi particulièrement précieuse (Dunn *et al.*, 2005).

Le Réseau canadien de surveillance des migrations (RCSM); le Réseau, créé en 1998, a pour mission de coordonner les activités d'observatoires d'oiseaux répartis dans tout le Canada. Cette année-là, il existait déjà dix observatoires. Leur nombre a doublé pendant la première décennie du Réseau et, bien que certains établissements aient cessé leurs activités, il a continué d'augmenter (figure 1).

Le Réseau est géré par un comité directeur comprenant des représentants des observatoires membres, d'Oiseaux Canada (auparavant Études d'Oiseaux Canada) et d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). Les observatoires du Réseau fonctionnent de manière indépendante et trouvent leur propre financement pour la plupart de leurs activités (voir la section Remerciements), ECCC et Oiseaux Canada leur apportent un important soutien de différentes façons et ils reçoivent une importante partie des fonds qu'ils recueillent chaque année à l'occasion du [Grand Birdathon pancanadien](#). Qui plus est, des programmes pilotes de suivi des migrations et des projets spéciaux menés par les observatoires existants peuvent bénéficier du programme des petites subventions du [Fonds commémoratif James L. Baillie](#), lesquelles proviennent des recettes du Birdathon. Le budget de fonctionnement moyen des observatoires membres du Réseau pour 2021 s'élevait à 57 000 \$ (44 000 \$ US).



- 1. Teslin Lake Bird Banding Station
- 2. Albert Creek Bird Observatory
- 3. Tatlayoko Lake Bird Observatory
- 4. Rocky Point Bird Observatory
- 5. Iona Island Bird Observatory
- 6. Mackenzie Nature Observatory
- 7. Vaseux Lake Bird Observatory
- 8. Lesser Slave Lake Bird Observatory
- 9. Inglewood Bird Observatory
- 10. Beaverhill Bird Observatory
- 11. Last Mountain Bird Observatory
- 12a. Delta Marsh Bird Observatory (old site)
- 12b. Delta Marsh Bird Observatory – Oak Hammock
- 13. McKellar Island Bird Observatory
- 14. Thunder Cape Bird Observatory
- 15. Pelee Island Bird Observatory
- 16. Bruce Peninsula Bird Observatory
- 17. Long Point Bird Observatory
- 18A. Haldimand Bird Observatory – Selkirk
- 18B. Haldimand Bird Observatory – Ruthven
- 18C. Haldimand Bird Observatory – Rock Point
- 19. Hilliardton Marsh Bird Observatory
- 20. Tommy Thompson Park Bird Research Station
- 21. Prince Edward Point Bird Observatory
- 22. Innis Point Bird Observatory
- 23. McGill Bird Observatory
- 24A. Observatoire d'oiseaux de Tadoussac – Réserve Nationale de Faune du Cap Tourmente
- 24B. Observatoire d'oiseaux de Tadoussac – Tadoussac
- 25A. Observatoire d'oiseaux de Rimouski – Parc national du Bic
- 25B. Observatoire d'oiseaux de Rimouski – Rocher Blanc
- 25C. Observatoire d'oiseaux de Rimouski – Pointe-au-Père
- 25D. Observatoire d'oiseaux de Rimouski – Coin-du-Banc
- 25E. Observatoire d'oiseaux de Rimouski – Parc national du Canada Forillon
- 26. St. Andrews Bird Banding Station
- 27. Brier Island Bird Migration Research Station
- 28. Atlantic Bird Observatory

- Included in latest (2018) update of trend analyses (20 sites).  
Observatoires dont les données sont incluses dans la plus récente mise à jour (2018) des analyses des tendances (20 sites).
- TMP participants, but trends not yet calculated (5 sites).  
Observatoires qui participent au PST, mais les tendances n'ont pas encore été calculées (5 sites).
- Other CMMN-RCSM observatories (7 sites).  
Autres observatoires du Réseau (7 sites).
- No longer active but past data archived (4 sites).  
Observatoires qui ont cessé leurs activités, mais dont les données ont été archivées (3 sites).

**Figure 1.** Status of the Canadian Migration Monitoring Network as of 2021.  
**Figure 1.** Le Réseau canadien de surveillance des migrations en 2021.



## CMMN Programs

Network activities focus on two scientific and conservation goals that fulfill its mission: To contribute knowledge and public understanding of Canadian birds and bird migration through a collaborative network of independent migration monitoring and research stations, and to influence conservation in the Western Hemisphere. These goals are to:

- i. Generate high quality research and monitoring information on population trends, catchment basins, migration corridors/routes, migration/dispersal windows, stopover sites and other aspects of the ecology of migrant birds; and
- ii. Influence bird conservation by making results readily accessible to the scientific community, decision makers, the general public and to CMMN-RCSM member stations.

These goals are closely integrated, as the Network's greatest contributions to conservation result directly from its research and monitoring programs. In the early 1980s it became apparent that Neotropical migrant bird populations were declining, which led to a great deal of research on population trends and ecology of long-distance migrants during the wintering and breeding seasons (Hagan and Johnson 1992). Migration studies were few, however, until the publication of an influential paper which estimated that in Black-throated Blue Warbler (*Setophaga caerulescens*), over 85% of annual mortality occurred during migration (Sillet and Holmes 2002).

## Les programmes du RCSM

La mission du Réseau est la suivante: Faire progresser la connaissance scientifique et faciliter la compréhension du public concernant les migrations d'oiseaux au Canada grâce à un réseau collaboratif de stations indépendantes de surveillance des migrations et de recherche, et influencer sur les initiatives de conservation aviaire dans l'hémisphère occidental. Pour remplir cette mission, le Réseau poursuit deux grands objectifs:

- i. Produire des données de recherche et de surveillance de grande qualité portant sur les tendances populationnelles, la provenance des oiseaux, les couloirs/voies de migration des oiseaux, les périodes de migration/de dispersion, les haltes migratoires et d'autres aspects de l'écologie des oiseaux en migration.
- ii. Influencer sur la conservation aviaire en rendant les données facilement accessibles aux observatoires membres, à la communauté scientifique, aux gestionnaires de la faune, aux responsables de la réglementation sur la faune et au grand public.

Ces objectifs sont étroitement intégrés, car les plus grandes contributions du Réseau à la conservation résultent directement de ses programmes de recherche et de surveillance. Au début des années 1980, il est devenu évident que les effectifs des oiseaux migrateurs néotropicaux diminuaient, ce qui a donné lieu à de nombreuses recherches sur les tendances populationnelles et l'écologie des migrateurs longues distances menées pendant les saisons d'hivernage et de nidification (Hagan et Johnson, 1992). Toutefois, les études sur les migrations étaient peu nombreuses jusqu'à la publication d'un article qui a exercé une grande influence et dont les auteurs estimaient que plus de 85% de la mortalité des Parulines bleues (*Setophaga caerulescens*) se produisait pendant les migrations (Sillet et Holmes, 2002).



Since that time there has been an explosion of research into migration ecology, to which CMMN-RCSM has been a major contributor. Network observatories collectively have banded over 2.5 million birds, at an average annual rate of about 4,000/year at each location (ranging from about 1,000 to 18,000). Data collected at or by Network observatories have contributed since 1998 to more than 150 original research publications on migration alone (Appendix 1), including a few on migrating bats and butterflies. These address a wide variety of subjects, such as migratory connectivity (Wilson *et al.* 2008), effects of climate change on migration schedules (Lehikoinen *et al.* 2019), contaminant burdens (Ma *et al.* 2020), timing and extent of irruptive migrations (Dunn 2019), spatial scope and duration of stopover (Taylor *et al.* 2012), and quality of stopover sites (Guglielmo *et al.* 2005).

Collaboration with the Network is attractive to researchers not only because past data and extensive metadata are computerized and readily accessible, but also for the ability of observatories to facilitate specific data collection; for example, taking blood samples or collecting feathers for isotope analysis. Observatories are located where migrants are abundant, some can offer overnight accommodation to visiting researchers, and personnel can capture birds and collect samples on behalf of researchers as part of the observatories' routine operations.

Most member observatories contribute to the Network's flagship cooperative project, the Trend Monitoring Program (TMP). Participants make daily counts during one or both migration seasons, within standardized date intervals and hours of operation, usually involving both banding and standard visual observations (Dunn and Hussell 2011, Hussell and Ralph 2015). Data are centrally compiled and archived at Birds Canada, whose staff also calculate trends every two years. Each observatory's operation protocol is reviewed and approved by the CMMN-RCSM Steering Committee to ensure that it describes daily operations in sufficient detail to guarantee long-term consistency and repeatability of methods and daily effort, and to provide data analysts with complete metadata on how data are collected.

CMMN-RCSM is internationally recognized as a pioneer in using migration counts to track broad-scale change in breeding populations. Numerous studies comparing TMP trends with population trends from the Breeding Bird Survey (summarized in Crewe *et al.* 2008) show good agreement when comparisons are limited to species well-sampled by both surveys; but there is little agreement for many species nesting in the boreal forest. The Breeding Bird Survey, done along roadsides, is limited largely to the southern portion of the boreal, whereas migration counts sample birds from all parts of the breeding range. Because of the central importance of the Trend Monitoring Program and the extent of work accomplished in the past 10 years, key areas of progress are summarized in a separate section below.

Depuis lors, les recherches sur l'écologie des migrations ont connu une véritable explosion, à laquelle le RCSM a largement contribué. Ensemble, les observatoires du Réseau ont bagné plus de 2,5 millions d'oiseaux, à une moyenne annuelle d'environ 4000 individus (entre 1000 et 18 000 environ) à chaque endroit. Les données recueillies par les observatoires ou en partenariat avec eux depuis 1998 ont donné lieu à 150 publications de recherche originales portant principalement sur les migrations aviaires (annexe 1), dont quelques-unes sur les migrations de chauves-souris et de papillons. Ces publications portent sur une grande diversité de sujets, dont les suivants: connectivité migratoire (Wilson *et al.*, 2008), effets des changements climatiques sur les calendriers de migration (Lehikoinen *et al.*, 2019), charges en contaminants (Ma *et al.*, 2020), moment et ampleur des migrations irruptives (Dunn, 2019), étendue spatiale et durée des haltes migratoires (Taylor *et al.*, 2012) et qualité des sites d'escale (Guglielmo *et al.*, 2005).

La collaboration avec le réseau est attrayante pour les chercheurs, non seulement parce que les données antérieures et les nombreuses métadonnées sont informatisées et facilement accessibles, mais aussi parce que les observatoires peuvent faciliter la collecte de données spécifiques, par exemple, le prélèvement d'échantillons de sang ou la collecte de plumes pour l'analyse des isotopes. Les observatoires sont situés là où les oiseaux en migration abondent; certains peuvent offrir de l'hébergement à des chercheurs en visite, et des membres du personnel peuvent capturer des oiseaux et prélever des échantillons pour le compte des chercheurs dans le cadre des activités régulières des observatoires.

La plupart des observatoires membres contribuent au PST, le programme coopératif phare du Réseau. Les participants réalisent des dénombrements chaque jour pendant les migrations du printemps et/ou de l'automne dans des intervalles de dates et des heures d'ouverture normalisés; ces dénombrements comportent habituellement le baguage et des observations visuelles standards d'oiseaux (Dunn et Hussell, 2011; Hussell et Ralph, 2015). Les données sont compilées et archivées par Oiseaux Canada, qui calcule aussi les tendances tous les deux ans. Le protocole de fonctionnement de chaque observatoire doit être examiné et approuvé par le Comité directeur du Réseau, qui s'assure ainsi que ce protocole décrit les activités quotidiennes assez en détail pour garantir la cohérence et la répétabilité à long terme des méthodes et du travail journalier et fournir aux analystes des données des métadonnées complètes sur la façon dont l'information est récoltée.

Le RCSM est reconnu internationalement comme un pionnier dans l'utilisation des dénombrements en cours de migration pour le suivi des changements à grande échelle dans les populations nicheuses. De nombreuses études comparant les tendances issues du PST et celles résultant des inventaires du BBS (résumées dans Crewe *et al.*, 2008) montrent une bonne concordance lorsque les comparaisons sont limitées aux espèces bien échantillonnées dans les deux programmes, mais on observe une faible corrélation dans le cas de beaucoup d'espèces qui nichent dans la zone boréale. Le BBS, réalisé en bordure de route, est limité en grande partie à la partie sud de cette zone alors que les dénombrements effectués en cours de migration portent sur des oiseaux provenant de toutes les parties des aires de nidification. En raison de l'importance centrale du PST et de l'ampleur du travail accompli au cours des dix dernières années, les principaux aspects des progrès réalisés au titre de ce programme sont résumés dans une section distincte ci-après.



Network members do more than just study migration. Many run special projects on breeding and wintering birds and a few undertake contract work in their areas of expertise. Education and outreach are explicit objectives of most observatories, aimed at raising awareness of birds and migration and helping to build community support. Programs to meet this objective vary among organizations, but frequently involve welcoming visitors and short-term volunteers, holding special open days, participating in or organizing local bird festivals, hosting school group visits, and providing information on local birding opportunities (e.g., Ridout 2017). Member observatories with outreach and education programs host an annual average of 1,000 students and 1,500 members of the general public, and reach 3,500 followers through social media platforms.

Bander training is a more formal component of observatory education programs, ranging from providing instruction to beginners to holding North American Banding Council bander certification sessions (<http://www.nabanding.net/certification-process/>). Many students visiting Network sites to collect data for their own studies receive their first instruction on handling live birds from their hosts. Several observatories have ties with Latin American groups involving exchange visits and advanced training. Over the past decade alone the Network collectively gave basic training to more than 1,800 people, while over 300 more received advanced instruction lasting at least one month.

On-site learning consists of far more than bander training alone. Long-term participants are taught a wide variety of field techniques, learn the importance of meticulous record-keeping, and are exposed to professionalism and the demands of seasonal field work that is frequently done at remote sites. Numerous long-term volunteers, interns, and seasonal staff continue on to become professional biologists, often citing their early experience at bird observatories as key to their career choice.

Les membres du réseau ne se contentent pas d'étudier les migrations. Nombre d'entre eux mènent des activités spéciales portant sur les oiseaux nicheurs et hivernants et quelques-uns exécutent des travaux sous contrat dans leurs domaines d'expertise. L'éducation et la vulgarisation, qui sont des objectifs explicites de la plupart des observatoires, visent à sensibiliser les gens aux oiseaux et aux migrations et aident à obtenir le soutien des collectivités. Les programmes établis pour atteindre ces objectifs varient d'une organisation à l'autre, mais ils comprennent souvent l'accueil de bénévoles pour de courtes périodes et de visiteurs, la tenue de journées portes ouvertes spéciales, l'organisation de festivals d'oiseaux locaux ou la participation à ceux-ci, l'accueil de groupes scolaires et la fourniture d'informations sur les possibilités d'observation d'oiseaux à l'échelle locale ou régionale (p. ex. Ridout, 2017). Chaque année, les observatoires qui mènent des programmes de sensibilisation et d'éducation reçoivent en moyenne 1000 élèves et étudiants ainsi que 1500 membres du grand public et touchent 3500 personnes par le biais des médias sociaux.

La formation des bagueurs est une composante plus formelle des programmes éducatifs des observatoires qui va de l'enseignement prodigué aux débutants à l'organisation de séances de certification des bagueurs du North American Banding Council (<http://www.nabanding.net/certification-process/>). De nombreux étudiants qui visitent les sites du RCSM afin de recueillir des données pour leurs propres études reçoivent de leurs hôtes leur premier enseignement sur la manipulation d'oiseaux vivants. Plusieurs observatoires entretiennent avec des groupes d'Amérique latine des relations qui comprennent des visites d'échange et de la formation avancée. Rien qu'au cours de la dernière décennie, le Réseau a dispensé collectivement une formation de base à plus de 1800 personnes, tandis que plus de 300 autres ont reçu une formation avancée d'au moins un mois.

L'apprentissage sur place va bien au-delà de la seule formation des bagueurs. Les personnes qui reçoivent une formation sur une longue période se voient enseigner une grande variété de techniques de terrain, apprennent l'importance d'une tenue méticuleuse des dossiers et sont exposées au professionnalisme et aux exigences du travail de terrain saisonnier qui est souvent effectué à des endroits éloignés. Bon nombre de bénévoles de longue date, de stagiaires et d'employés saisonniers finissent par devenir des biologistes professionnels et mentionnent souvent que l'expérience acquise aux observatoires d'oiseaux a été un élément clé de leur choix de carrière.





## A Decade of Progress in the Trend Monitoring Program

At the end of its first decade CMMN-RCSM produced a ten-year report on the status of its landbird trend monitoring (Crewe et al. 2008). That report detailed results, compared CMMN-RCSM trends with those from the Breeding Bird Survey, and suggested next steps for continued development of what is now known as the Trend Monitoring Program (TMP). Steering Committee activities over the Network's second decade built upon that foundation, and an interim status report identified the main topics under investigation at the time (Dunn et al. 2016). Details of the progress in those and other key areas over the past decade are described here.

### SPECIES CLASSIFICATION

Trend analysis was originally restricted to a select group of migrants—mainly boreal-nesting species whose trends reflect change in a broad area of distant breeding range. Starting in 2016, trends have been routinely calculated for every species that meets the minimum criteria for analysis (long-term seasonal averages of 10+ recorded plus detected on at least 5 days). Current trend outputs therefore include results for a much broader array of species than before, including local breeders, staging species and other groups for which trends reflect change at or near the observatory but not necessarily across a broader region.

To provide guidance on how most appropriately to interpret each trend, CMMN-RCSM developed a classification system (Table 1), which categorizes species based on seasonal patterns of abundance at each observatory (Figure 2).

## Le programme de suivi des tendances : une décennie d'avancées

À son dixième anniversaire de fondation, le RCSM a produit un rapport sur l'état du suivi des tendances des populations d'oiseaux terrestres (Crewe *et al.*, 2008). Les auteurs du rapport présentaient des résultats détaillés, comparaient les tendances établies à partir des données du RCSM et du BBS et proposaient l'instauration de ce qu'on appelle maintenant le Programme de suivi des tendances (PST). Les activités du Comité directeur au cours de la deuxième décennie du Réseau se sont appuyées sur cette base, et un rapport d'étape a indiqué les principaux domaines d'étude à l'époque (Dunn *et al.*, 2016). Nous décrivons ici les avancées réalisées dans ces domaines et d'autres domaines clés au cours des dix dernières années.

### CLASSIFICATION DES ESPÈCES

L'analyse des tendances était à l'origine limitée à un groupe sélectionné de migrants – principalement des espèces nichant dans la zone boréale, dont les tendances démographiques reflètent les changements dans une vaste zone de l'aire de reproduction éloignée. Depuis 2016, on calcule systématiquement les tendances pour chaque espèce qui répond aux critères minimaux d'analyse (moyennes saisonnières à long terme d'au moins 10 individus enregistrés et détectés pendant au moins cinq jours). Par conséquent, les données actuelles sur les tendances touchent un éventail d'espèces beaucoup plus large qu'avant, à savoir les espèces locales, les espèces en halte migratoire et d'autres groupes pour lesquels les tendances reflètent des changements sur le site de l'observatoire ou à proximité mais pas nécessairement dans une région plus vaste.

Pour fournir des indications sur la façon la plus appropriée d'interpréter chaque tendance, les responsables du Réseau ont élaboré un système (tableau 1) qui classe les espèces en fonction des profils saisonniers d'abondance à chaque observatoire (figure 2).



**Table 1.** Definition of CMMN-RCSM species classifications, with notes on interpretation of trends for each class. Note that a species' class can differ between seasons at the same site, as well as between locations.

<b>Regular Migrant</b>	At least 75% of local migration period is covered at the site (sampled daily in at least 2/3 of all years), and mean daily abundance of individuals before and after the migratory surge is less than 1/4 that during peak migration. <b>Trends represent temporal change in abundance across the observatory's entire catchment area.</b>
<b>Local</b>	Birds from local area (not necessarily breeding or wintering at count site per se, but regularly observed there), lacking seasonal patterns that indicate through movement. <b>Trends are assumed to reflect population change within the vicinity of the monitoring site, which may or may not agree with trends at larger geographic scales.</b>
<b>Migrant / local mix</b>	Similar to <i>Regular Migrant</i> , except that the number of birds present before and/or after a clear migratory peak amount to more than a quarter of peak numbers during the migratory surge. Although analyses are limited to the period of migratory surge, <b>the resulting trend is affected to an unquantifiable degree by local population level</b> , which may or may not change in parallel with abundance of migrants.
<b>Irruptive</b>	Irruptive and irregularly migrating species. Annual indices vary widely with extent and timing of irruption, and movements often start/end outside the observatory's coverage period. Long term trends may be discernable despite high annual variation, but must be carefully interpreted because <b>annual indices may represent birds from different portions of the breeding range.</b>
<b>Staging</b>	(Many waterfowl and shorebirds) with the same pattern as <i>Regular Migrants</i> , but movement is not known to be unidirectional, stopovers may be long, and daily turnover rate is unknown. Annual concentration of staging species within an observatory's count area are likely to vary with quality and availability of alternate sites, so <b>trends are best interpreted as change in site use rather than in population size.</b>
<b>Poorly-covered migrant</b>	Would qualify as a <i>Regular Migrant</i> if the observatory extended coverage dates to include at least 75% of the species' migration period. Shifts in timing of migration are not detectable from the data, and change in migration phenology <b>could be misinterpreted</b> as changing abundance.
<b>Other</b>	species that do not fit into any of the above categories. Individuals may represent one or a combination of groups, such as casual visitors to the site, pre-migratory dispersants, or wintering populations in the process of arrival or departure. <b>Trends are unlikely to represent population change either at a broad scale or in a definable local population.</b>



**Tableau 1.** Définitions des catégories d'espèces établies par le RCSM, avec notes sur l'interprétation des tendances pour chaque catégorie. Il faut noter qu'une espèce donnée peut changer de catégorie d'une saison à une autre au même site ainsi que d'un site à l'autre.

<b>Migrateur régulier</b>	La période de migration à l'observatoire est couverte à au moins 75% de sa durée totale (échantillonnage réalisé chaque jour pendant au moins les 2/3 de toutes les années) et l'abondance quotidienne moyenne des individus avant et après l'afflux migratoire équivaut à moins du quart de celle observée pendant le pic de la migration. <b>Les tendances représentent les changements de l'abondance dans le temps sur l'ensemble de la zone de dénombrement de l'observatoire.</b>
<b>Espèce locale</b>	Oiseau présent au site (sans nécessairement nicher ni hiverner au site comme tel, mais qui y est observé régulièrement), sans qu'il existe de profils saisonniers indiquant un déplacement de transit. <b>On suppose que les tendances reflètent l'évolution de la population à proximité du site, ce qui peut ou non correspondre aux tendances à des échelles géographiques plus grandes.</b>
<b>Migrateur / espèce locale</b>	Définition semblable à celle du <i>migrateur régulier</i> , sauf que le nombre d'individus présents avant et/ou après un pic migratoire évident équivaut à plus du quart du nombre observé pendant ce pic. Bien que les analyses soient limitées à la période du pic migratoire, <b>la tendance qui en résulte est influencée à un degré non quantifiable par la taille de la population locale</b> , qui peut ou non changer parallèlement à l'abondance des migrants.
<b>Espèce irruptive</b>	Espèce irruptive qui effectue des migrations irrégulières. Les indices annuels varient grandement en fonction de l'ampleur et du moment des irruptions et, souvent, les déplacements commencent ou se terminent en dehors de la période de couverture de l'observatoire. Des tendances à long terme peuvent être discernées malgré une forte variation annuelle, mais elles doivent être interprétées avec soin car <b>les indices annuels peuvent représenter des oiseaux provenant de différentes parties de l'aire de nidification.</b>
<b>Espèce en halte migratoire</b>	Espèce (beaucoup d'espèces de sauvagine et de limicoles) présentant le même profil qu'un <i>migrateur régulier</i> , mais les déplacements ne sont pas considérés comme unidirectionnels, les haltes peuvent être longues et le taux de renouvellement quotidien des individus est inconnu. La concentration annuelle d'espèces en halte migratoire dans la zone de dénombrement de l'observatoire est susceptible de varier en fonction de la qualité et de la disponibilité des autres lieux de halte, de sorte que <b>les tendances doivent être interprétées comme un changement dans l'utilisation du site plutôt que dans la taille de la population.</b>
<b>Migrateur peu surveillé</b>	La situation correspondant à cette catégorie équivaudrait à celle du <i>migrateur régulier</i> si la période de migration de l'espèce était couverte à au moins 75% localement à l'observatoire. Les données ne permettent pas de détecter les changements dans le moment des migrations et les changements dans la phénologie des migrations <b>pourraient être interprétés à tort</b> comme des changements dans l'abondance de l'espèce.
<b>Autre</b>	Cette catégorie s'applique aux espèces qui n'entrent dans aucune des catégories ci-dessus. Les individus peuvent faire partie d'un ou d'une combinaison des groupes suivants: visiteurs occasionnels, oiseaux qui se dispersent avant les migrations ou populations hivernantes qui arrivent ou partent. <b>Il est peu probable que les tendances représentent des changements dans les effectifs, que ce soit à grande échelle ou à celle d'une population locale définissable.</b>

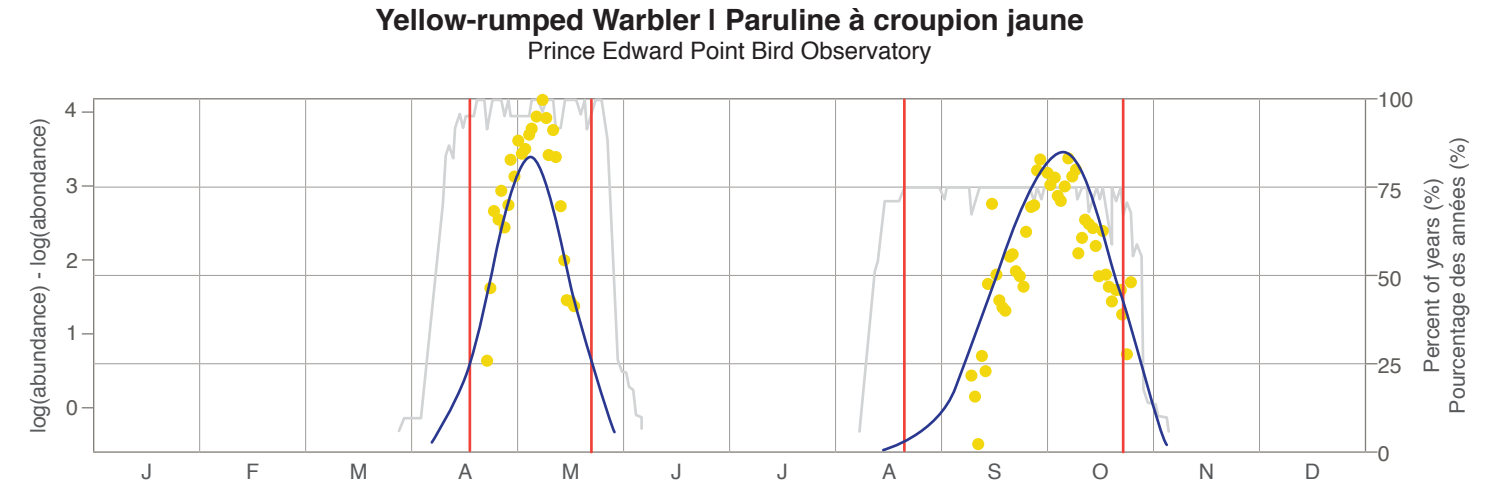


*Regular migrants* (Table 1) are the species for which CMMN-RCSM trends are most representative of broad population change. These species are well-monitored (at least 75% of local migration period sampled daily) and are largely absent from a site both before and after the seasonal pulse of migration (Figure 2). They are typically broad-front migrants, such that the observatory is sampling individuals from a portion of the breeding range larger than just the local surroundings. Many species qualify for this category because the monitoring site is south of the species' breeding range, but locally-breeding species can also qualify as *Regular Migrants* if they are recorded primarily during the migration season.

Of the 2,268 trends calculated for 2008-2018 (all species X site X season trends), about one-third were for *Regular Migrants* (Figure 3). Another third of trend results (everything except Other) also reflect change in abundance but must be carefully scrutinized and appropriately interpreted (Table 1).

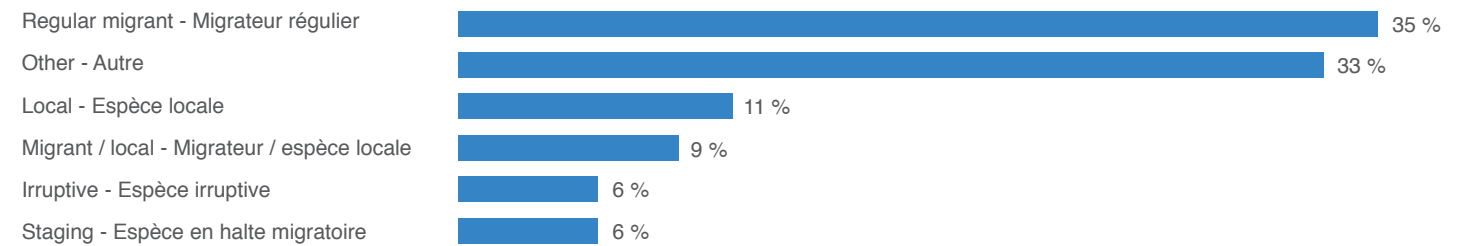
Les *migrateurs réguliers* (tableau 1) sont les espèces pour lesquelles les tendances établies par le RCSM sont le plus révélatrices de l'évolution générale des populations. Ces espèces sont bien surveillées (la période de migration à l'observatoire est couverte chaque jour sur au moins 75% de sa durée totale) et sont pour la majorité absentes des lieux avant et après la poussée migratoire saisonnière (figure 2). Ce sont généralement des migrateurs qui se déplacent sur un large front, de sorte que les observatoires détectent des individus d'une partie de l'aire de nidification plus vaste que seulement leurs environs. Beaucoup d'espèces entrent dans cette catégorie car les observatoires se trouvent au sud de leur aire de nidification, mais les espèces qui se reproduisent dans la région des observatoires peuvent aussi être considérées comme des *migrateurs réguliers* si leur présence est enregistrée principalement pendant la saison de migration.

Des 2268 tendances calculées pour la décennie 2008-2018 (toutes les espèces X site X tendances saisonnières), environ le tiers se rapportaient à des *migrateurs réguliers* (figure 3). Un autre tiers (toutes les catégories sauf Autre) reflète également un changement dans l'abondance mais doit être examiné avec attention et interprété de manière appropriée (tableau 1).



**Figure 2.** Example of data used for classifying species. Yellow dots indicate mean daily abundance across all years; blue line shows percent of years in which the species was detected at each date, and gray line shows percent of years counting was done on that date. Dates outside the pair of vertical red lines for each season are excluded from trend analysis because too few years have been sampled.

**Figure 2.** Exemple de données utilisées pour le classement des espèces. Les points jaunes indiquent l'abondance quotidienne moyenne pour toutes les années, les courbes bleues le pourcentage des années au cours desquelles l'espèce a été détectée à chaque date et les courbes grises le pourcentage des années au cours desquelles l'espèce a été dénombrée aux dates indiquées. Les dates situées en dehors de la paire de lignes rouges verticales pour chaque saison sont exclues de l'analyse des tendances car trop peu d'années ont été échantillonnées.



**Figure 3.** Percent of 2008-2018 trends in each classification group. Seasons combined because proportions were very similar in each.

**Figure 3.** Répartition en pourcentage entre les catégories d'espèces des tendances calculées pour la décennie 2008-2018. Les saisons ont été combinées parce que les proportions étaient très similaires de l'une à l'autre.

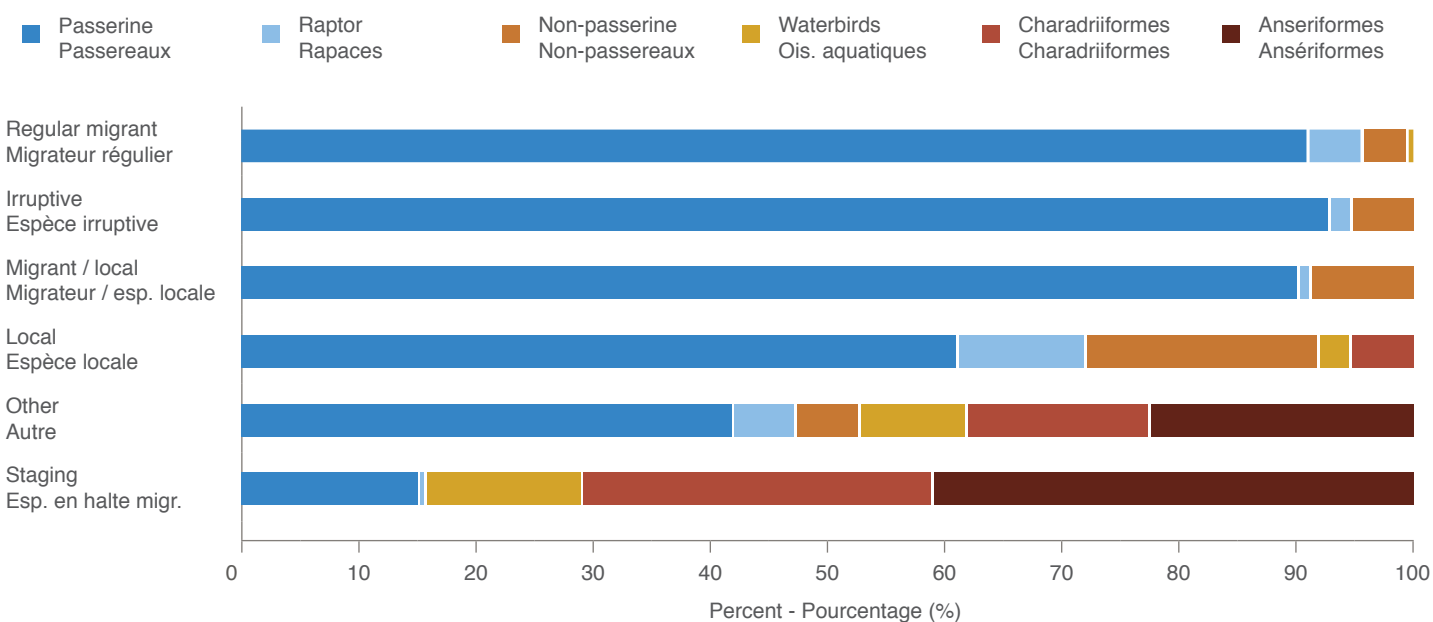


Figure 4 shows that landbirds (passerines, raptors, and non-passerines such as cuckoos and hummingbirds) make up essentially all of the species for which CMMN-RCSM trends are most valuable for regional trend monitoring: *Regular Migrants* and, with careful interpretation, *Irruptive* and *Migrant/Local*. Of the species in the *Regular Migrant* group (full list in Appendix 2), 60% are Neotropical (long-distance) migrants, and 40% winter largely in the U.S.

In contrast to landbirds, waterbirds (waders, gulls, terns, waterfowl, seabirds) are classified almost exclusively as *Staging* or *Other* (Figure 4). Trends for birds in these categories have limited value for regional population monitoring, but the counts are useful for other purposes. Network records for sea ducks, for example, have been used by ECCC for studies of winter distribution.

La figure 4 montre que les oiseaux terrestres (passereaux, rapaces et non-passereaux comme les coulicous et les colibris) composent essentiellement l'ensemble des espèces pour lesquelles les tendances établies par le RCSM sont les plus utiles aux fins du suivi des tendances à l'échelle régionale relatives aux espèces de la catégorie *Migrateur régulier* et, sous réserve d'une interprétation prudente, des catégories *Espèce irruptive* et *Migrateur/espèce locale*. Des espèces de la catégorie *Migrateur régulier* (voir la liste complète à l'annexe 2), 60% sont des migrateurs néotropicaux (longues distances) et 40% hivernent en grande partie aux États-Unis.

Contrairement aux oiseaux terrestres, les oiseaux aquatiques (limicoles, mouettes et goélands, sternes, guifettes, sauvagine et oiseaux de mer) entrent presque exclusivement dans les catégories *En halte migratoire* ou *Autre* (figure 4). Les tendances relatives aux oiseaux de ces catégories ont une valeur limitée pour le suivi des populations à l'échelle régionale, mais les données de dénombrement sont utiles à d'autres fins. Ainsi, ECCC a utilisé les données du Réseau sur les canards de mer pour étudier leur répartition en hiver.



**Figure 4.** Percent of trends in each classification group that belong to different taxonomic groups. Seasons combined because proportions were very similar in each.

**Figure 4.** Tendances en pourcentage pour chaque groupe taxonomique indiqué (haut du tableau) entrant dans chacune des 6 catégories d'espèces eu égard à la migration (bas du tableau). Les saisons sont combinées car les proportions sont très similaires d'une catégorie à l'autre.



## TREND ANALYSIS MODEL

During the Network's early years, trends were calculated with multiple regression that adjusted daily counts for effects of date, and sometimes also for weather and moon phase (e.g., Hunsell et al. 1992, Dunn et al. 1997, Francis and Hunsell 1998, Crewe et al. 2008). At present, **data are modeled** using hierarchical linear regression in a Bayesian framework that assumes a negative binomial or Poisson distribution of counts, accounting for date, random variability in counts among years, and temporal autocorrelation of counts among days in the year. Trends are expressed as the average log-linear rate of change (i.e., temporal slope parameter in the model) calculated over different periods (e.g., 10 years, 20 years, all-years).

Effort-adjustment of daily counts is not currently incorporated into routine trend analysis, largely on the assumption that standardized operation ensures near uniform daily effort. Routine adjustment of capture totals would nonetheless be good practice, although complicated by the fact that some sites use other types of traps alongside mist-nets. Work has begun to test the effect size of adjusting daily banding totals for daily netting effort. In addition, CMMN-RCSM is considering the value of a uniform daily coverage code that would represent equivalent levels of quality and completeness of each day's data collection at every observatory, regardless of the combination of trapping and observation methods used by each site. The daily code could be constructed for past data using archived data, allowing additional comparisons of trends with and without effort adjustment.

## MODÈLE D'ANALYSE DES TENDANCES

Au cours des premières années d'existence du Réseau, les tendances étaient calculées à l'aide d'une régression multiple qui ajustait les décomptes quotidiens en fonction des effets de date et parfois aussi des conditions météorologiques et des phases de la Lune (p. ex., Hunsell *et al.*, 1992; Dunn *et al.*, 1997; Francis et Hunsell, 1998; Crewe *et al.*, 2008). Maintenant, **les tendances sont modélisées** au moyen d'une régression linéaire hiérarchique dans un cadre bayésien qui suppose une répartition binomiale négative ou de Poisson des décomptes, en tenant compte de la date, de la variabilité aléatoire des décomptes entre les années et de l'autocorrélation temporelle des décomptes entre les jours dans l'année. Les tendances sont exprimées en tant que taux log-linéaire de changement (c.-à-d. le paramètre de la pente temporelle dans le modèle) calculé sur différentes périodes (p. ex., 10 ans, 20 ans, toutes les années).

L'ajustement des décomptes quotidiens en fonction de l'effort n'est pas actuellement intégré dans l'analyse régulière des tendances, en grande partie parce qu'il est assumé que la normalisation des opérations des observatoires assure la quasi-uniformité de l'effort quotidien. L'ajustement systématique des totaux de capture serait néanmoins une bonne pratique, bien que cela soit compliqué par le fait que certains observatoires utilisent d'autres types de pièges en plus de filets japonais. On a commencé à tester l'ampleur de l'effet de l'ajustement des totaux de baguage quotidiens en fonction de l'effort de capture quotidien. En outre, les responsables du RCSM travaillent à la conception d'un code de couverture quotidienne uniforme qui représenterait des niveaux équivalents de qualité et d'exhaustivité de la collecte de données de chaque jour à chaque observatoire, quelle que soit la combinaison de méthodes de piégeage et d'observation utilisée à chaque site. Ils pourraient élaborer ce code pour les données antérieures en utilisant les données archivées, ce qui permettrait des comparaisons supplémentaires des tendances avec et sans ajustement en fonction de l'effort.



## RESPONSE VARIABLE FOR TREND ANALYSIS

The unit for trend analysis has traditionally been the Daily Estimated Total (DET), defined as the best estimate of the number of each species individually detected within the observatory's official count area during its standard daily count period. DETs consist of different components depending on observatory, but generally include all birds newly-captured, those observed with standard visual counts (timed observations from a lookout or along a route, hereafter referred to collectively as 'census'), and 'incidental' observations made throughout the day. The final DET is the sum of these counts minus probable duplicates. A comparison of trends calculated from DETs to those based on newly-captured birds alone, or on census observations alone, showed that use of multiple count methods allowed trends to be calculated for more species (Dunn et al. 2004). Trend variance is sometimes reduced as well, which allows statistically significant trends to be detected with fewer years of data.

Nonetheless, basing trends on DETs does have a potential downside, because there might be substantial variation in the levels of effort and expertise directed at making incidental observations. This would add variance to annual indices and, if effort levels changed steadily over time, could bias trends. For that reason, trend analysis through 2018 was based solely on standardized counts: the number of newly captured birds ('Band') plus number of birds recorded on standard-effort visual counts ('Census'). For *Regular Migrants* only (Table 1), the group for which CMMN-RCSM trends are most valuable, trends were also calculated based on DETs for comparison. Band+Census trends for this group were strongly correlated with those based on DET, suggesting that inclusion of incidental observations in DETs did not bias results. Trends could be calculated for more species when using DETs than when using Band+Census alone, but the number of species affected was small. Basing trends on DETs did allow trends to be calculated for more cases (species X site X season) because of increased sample size; about 10% more than if trends were based on Band+Census. However, Band+Census trends could be calculated for about 30% more cases than when calculations were based on Census alone, and 50% more than when based on Band alone.

DET trends are already based on different response variables depending on observatory, because of variation in count methods used by each. A few, for example, derive counts solely from standardized banding or from visual counts alone. Potentially the set of response variables chosen for future trend analyses could be defined differently for a larger number of observatories, perhaps even on a species-by-species basis, to ensure that the most appropriate data are used for each trend. Investigations are ongoing, and only after more work is completed will the Steering Committee decide how best to proceed in future.

## VARIABLE RÉPONSE POUR L'ANALYSE DES TENDANCES

L'unité employée traditionnellement pour l'analyse des tendances est le total estimé quotidien (TED), défini comme la meilleure estimation du nombre d'individus de chaque espèce détectés individuellement dans la zone de dénombrement officielle de l'observatoire pendant sa période de dénombrement quotidien standard. Le TED se compose de différents éléments selon l'observatoire, mais comprend généralement tous les oiseaux nouvellement capturés, ceux observés lors des dénombrements visuels standards (observations minutées depuis un poste d'observation ou le long d'un parcours, ci-après dénommées collectivement sous l'appellation « recensement »), et les observations fortuites effectuées tout au long de la journée. Le TED final est la somme de ces nombres moins les doublons probables. Une comparaison entre les tendances calculées à partir des TED et celles basées uniquement sur les oiseaux nouvellement capturés ou uniquement sur les observations du recensement a montré que le recours à plusieurs méthodes de dénombrement permet de calculer des tendances pour un plus grand nombre d'espèces (Dunn *et al.*, 2004). Par ailleurs, la variance des tendances est parfois réduite, ce qui permet de détecter des tendances statistiquement significatives avec moins d'années de données.

Néanmoins, le fait de baser les tendances sur les TED peut présenter un inconvénient, car il peut y avoir des variations importantes dans les niveaux d'effort et d'expertise consacrés aux observations fortuites. Le cas échéant, cela ajoute de la variance aux indices annuels et, si les niveaux d'effort changent régulièrement dans le temps, les tendances pourraient s'en trouver biaisées. Pour cette raison, jusqu'à la fin de 2018, l'analyse des tendances était basée uniquement sur le total du nombre d'oiseaux nouvellement capturés (« bagués ») et du nombre d'oiseaux observés lors des dénombrements visuels standards (« recensement »). Pour les oiseaux de la catégorie *Migrateur régulier* seulement (tableau 1), catégorie pour laquelle les tendances établies par le RCSM sont les plus utiles, on a également calculé les tendances basées sur les TED à des fins de comparaison. Pour cette catégorie, il existait une forte corrélation entre les tendances basées sur les oiseaux « bagués » et le « recensement » et celles basées sur les TED, ce qui semble indiquer que l'inclusion des observations fortuites dans le calcul des TED ne biaisait pas les résultats. Les tendances pourraient être calculées pour un plus grand nombre d'espèces si l'on se basait sur les TED que sur le nombre d'oiseaux bagués et le recensement, mais cela touchait un faible nombre d'espèces. Toutefois, lorsque les tendances étaient basées seulement sur les oiseaux « bagués » ou seulement le recensement, une grande proportion de cas (35-45%) ne se prêtaient pas à l'analyse.

Les tendances calculées à partir des TED sont déjà basées sur différentes variables réponses selon l'observatoire, car

les méthodes de dénombrement varient de l'un à l'autre. Ainsi, quelques observatoires dérivent leurs comptes seulement à partir du nombre d'oiseaux bagués selon les méthodes standards ou de dénombrements visuels. Potentiellement, l'ensemble des variables réponses choisies pour les futures analyses de tendances pourrait être défini différemment pour un plus grand nombre d'observatoires, peut-être même espèce par espèce, de manière que les données les plus appropriées soient utilisées pour chaque tendance. Des études sont en cours, et ce n'est qu'une fois le travail terminé que le Comité directeur du Réseau décidera de la meilleure façon de procéder à l'avenir.



## IDENTIFICATION OF BREEDING ORIGIN

The trends from a particular observatory are most valuable for species assessment and conservation planning when the portion of the breeding range being sampled can be identified. Once breeding ground origin of migrants is known for many observatories, data from sites sampling the same region can be combined into regional and, ultimately, national trends.

To identify the most likely breeding origin of *Regular Migrants* migrating through CMMN-RCSM sites, the Network has conducted several studies using stable isotope ratios in tail feathers (Dunn et al. 2006, Hobson et al. 2015, Kardynal et al. 2018, unpubl. data). Isotope ratios in rainfall vary geographically as a result of weather patterns, and local rainfall signatures are reflected in growing feathers. Because tail feathers are replaced during the post-breeding moult and retained for an entire year, samples collected from birds in either migration season provide clues as to where the birds spent the previous summer.

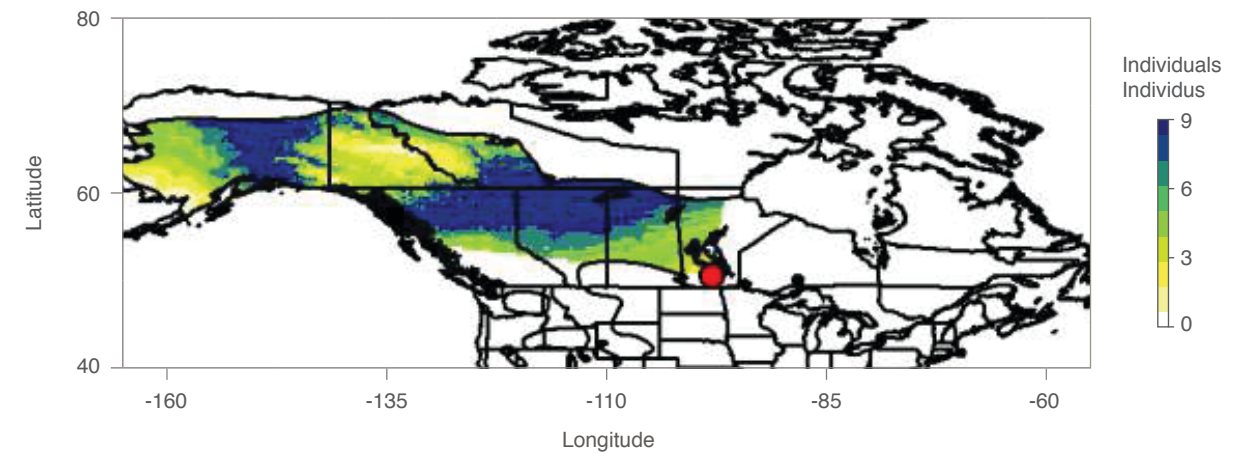
The largest Network study (Hobson et al. 2015) identified the likely breeding origins for each of 15 boreal species captured at 22 observatories. Band recoveries were used to identify the directions used by most songbird migrants passing each site, defining probable 'catchment areas' for each observatory. Geographic distribution of isotope values from birds sampled at each site were then mapped within those catchment areas (as in Figure 5). A simple overlay of maps for all species from all sites roughly outlines probable catchment areas for all Network sites (Figure 6). Refinement of catchment areas will continue as more data accumulate, both from additional isotope and genetic studies and from the rapidly growing body of results from remote tracking of individual migrants (e.g., <https://motus.org/>, Bridge et al. 2011).

## DÉTERMINATION DU LIEU DE PROVENANCE

C'est quand on peut déterminer la partie de l'aire de nidification d'où proviennent les oiseaux dénombrés que les tendances propres à un observatoire particulier sont le plus utiles pour l'évaluation des espèces et la planification de la conservation. Une fois que sont connus les lieux de provenance des migrateurs dénombrés à plusieurs observatoires, les données des observatoires qui échantillonnent la même région peuvent être combinées pour le calcul de tendances régionales et, en bout de ligne, nationales.

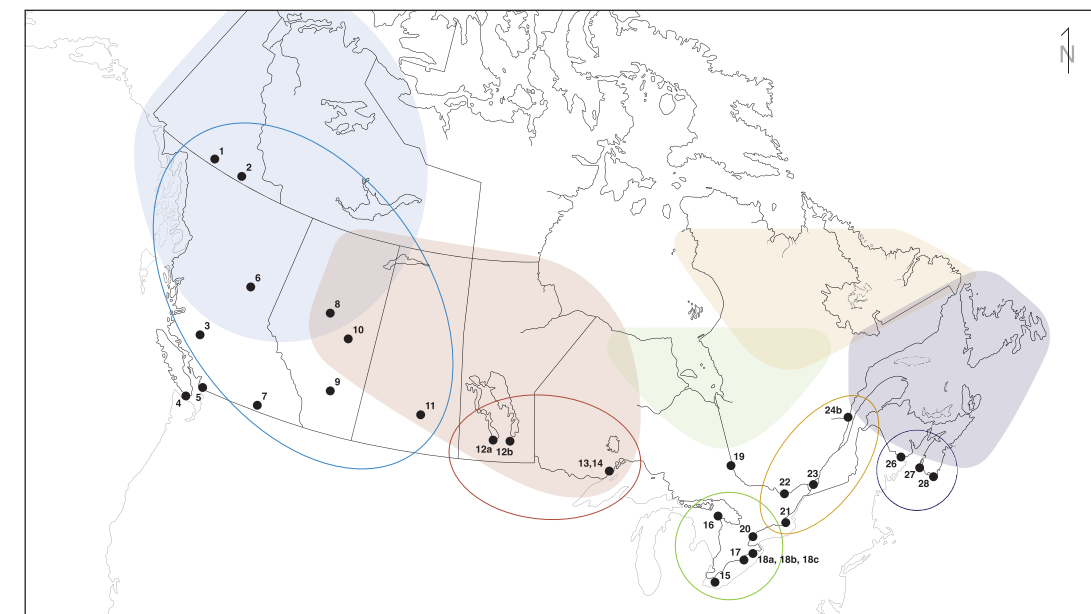
Dans le but de déterminer la zone de provenance la plus probable des oiseaux de la catégorie *Migrateur régulier* recensés par les observatoires, les responsables du Réseau ont mené plusieurs études basées sur la mesure des ratios d'isotopes dans les rectrices (Dunn *et al.*, 2006; Hobson *et al.*, 2015; Kardynal *et al.*, 2018, données inéd.). Les ratios d'isotopes dans l'eau de pluie varient géographiquement selon des variables météorologiques, de sorte que les plumes qui poussent révèlent l'origine des pluies. Étant donné que les rectrices sont remplacées pendant la mue postnuptiale et conservées pendant toute une année, les échantillons prélevés sur les oiseaux pendant l'une ou l'autre des saisons de migration fournissent des indices sur l'endroit où ceux-ci ont passé l'été précédent.

Les auteurs de l'étude touchant la plus grande partie du Réseau (Hobson *et al.*, 2015) ont déterminé la provenance probable de chacune des 15 espèces boréales capturées à 22 observatoires. La récupération de bagues a permis d'établir les directions prises par la plupart des passereaux en transit à chaque observatoire, et ainsi de déterminer la « zone de dénombrement » probable de chaque observatoire. Ensuite, la répartition géographique des valeurs des ratios d'isotopes mesurés chez les oiseaux échantillonnés à chaque observatoire a été cartographiée dans chacune des zones de dénombrement (comme dans la figure 5). Une simple superposition des cartes pour toutes les espèces à tous les observatoires permet d'esquisser les zones de dénombrement probables de tous les sites du réseau (figure 6). La délimitation des zones de dénombrement s'affinera à mesure que s'accumuleront les données de mesure des ratios d'isotopes et d'études génétiques ainsi que les données de télédétection de migrateurs, lesquelles augmentent rapidement (p. ex., <https://motus.org/?lang=fr>, Bridge *et al.*, 2011).



**Figure 5.** Example of isotope results (Hobson et al. 2015), showing most probable origins of Orange-crowned Warblers (*Leiothlypis celata*) captured in fall at Delta Marsh Bird Observatory, MB (red dot). Scale indicates the number of samples that were isotopically consistent with similarly coloured pixels on the map. Band recovery data show that migrants move through this site along a north-west-southeast axis.

**Figure 5.** Exemple de résultats de mesures de ratios d'isotopes (Hobson *et al.*, 2015) montrant les lieux de provenance les plus probables de Parulines verdâtres (*Leiothlypis celata*) capturées en automne à l'Observatoire d'oiseaux du marais Delta, au Manitoba (point rouge sur la carte). L'échelle colorée indique le nombre d'échantillons dont la signature isotopique correspond aux pixels de même couleur sur la carte. Les données de récupération de bagues montrent que ces parulines se déplaçaient dans l'axe nord-ouest-sud-est lors de leur passage à l'observatoire.



**Figure 6.** Rough schematic depiction of the highest probability catchment areas (coloured patches) for the combination of boreal-nesting species captured by each group of observatories (circled by lines of the same colour) that participated in Hobson et al. (2015), according to isotope analysis and constrained by assumptions of that study. Patches represent overlapping portions of the most probable catchment areas (dark blue in Figure 5) for all 15 species sampled.

**Figure 6.** Représentation schématique grossière des zones de dénombrement les plus probables (colorées) pour la combinaison d'espèces nichant dans la forêt boréale capturées par chaque groupe d'observatoires (à l'intérieur des cercles de la même couleur que les zones de dénombrement correspondantes) qui ont participé à l'étude de Hobson et al. (2015), d'après l'analyse des isotopes et dans les limites des hypothèses de l'étude. On peut voir les parties chevauchantes des zones de provenance les plus probables (qui correspondent aux zones bleu foncé sur la carte de la figure 5) pour l'ensemble des 15 espèces échantillonnées.

**ASSESSMENT OF CMMN-RCSM SAMPLING FRAMEWORK**

A modelling study using simulated data (Crewe et al. 2015) suggested that three sampling sites (i.e., observatories) in each region that is undergoing similar population change, regardless of size, could meet monitoring targets in 40 years. Meeting targets in 20 years would require 5-10 sites.

Based on the criterion of at least three sampling sites within a region, monitoring by the Network is effective at the scale of western and eastern Canada (Great Lakes and eastward) for 67 *Regular Migrant* species (Table 2), 36 of which are boreal breeders. However, additional monitoring at locations that sample Central Canada (the pink area in Figure 6) and the Maritimes will be needed to detect whether population trends in those regions are distinct. About 5-8 new observatories have continued to join the Network each decade, but their locations were selected by founders rather than guided strategically by CMMN-RCSM. Moreover, most observatory programs include banding, and there are limitations to the availability of trained banders and of sites where long-term operations can be established. Filling important geographic gaps in national-scale trend monitoring may therefore need new and innovative approaches.

As described above (*Response variable for trend analysis*), CMMN-RCSM is evaluating migration trends based on new captures or on daily census alone, and pilot work has started in Quebec to learn whether birders will volunteer to conduct standardized counts at specified locations using prescribed protocols. If results merit, CMMN-RCSM might consider developing a standardized protocol for site-specific daily migration counts, requiring data to be reported as a special eBird project, and promoting adoption by birders in regions of high priority.

**ÉVALUATION DU CADRE D'ÉCHANTILLONNAGE DU RCSM**

Une étude de modélisation utilisant des données simulées (Crewe *et al.*, 2015) laisse supposer que la contribution de trois sites d'échantillonnage (c.-à-d. observatoires) dans chaque région où il se produit un changement de population similaire, quelle que soit son importance, permettrait d'atteindre les objectifs de surveillance en 40 ans. Pour atteindre ces objectifs en 20 ans, il faudrait compter sur la contribution de 5 à 10 observatoires.

Sur la base du critère exigeant l'apport d'au moins trois observatoires dans une région donnée, on peut affirmer que la surveillance exercée par le Réseau est efficace à l'échelle de l'ouest et de l'est du Canada (la partie comprenant les Grands Lacs et l'Est) pour 67 espèces de la catégorie *Migrateur régulier* (voir le tableau 2), dont 36 nichent dans la forêt boréale. Toutefois, la surveillance devra être augmentée aux observatoires qui échantillonnent le centre du Canada (la zone rosée sur la carte de la figure 6) et les Maritimes pour déterminer si les tendances populationnelles dans ces régions sont distinctes. Il s'est ajouté de cinq à huit observatoires au Réseau pendant chaque décennie, mais leur emplacement a été choisi par leurs fondateurs plutôt qu'en vertu d'une stratégie établie par le RCSM. De plus, le programme de la plupart des observatoires inclut le baguage, et il y a des limites à la disponibilité de bagueurs formés et de sites où des opérations à long terme peuvent être établies. Pour combler d'importantes lacunes sur le plan géographique dans le suivi des tendances à l'échelle nationale, il faudra peut-être adopter de nouvelles approches innovatrices.

Comme indiqué ci-dessus dans la section intitulée « Variable réponse pour l'analyse des tendances », le RCSM est en train d'évaluer les tendances des migrations basées sur les nouvelles captures ou sur le recensement quotidien seulement, et des travaux pilotes sont amorcés au Québec en vue de déterminer si des ornithologues amateurs seraient disposés à effectuer des dénombrements uniformisés à des endroits précis conformément à des protocoles prescrits. Si les résultats le justifient, le RCSM pourrait envisager d'élaborer un protocole normalisé pour les dénombrements quotidiens en cours de migration à des sites spécifiques, en exigeant que les données soient rapportées dans le cadre d'un projet spécial eBird et en encourageant ces ornithologues amateurs à adhérer au projet dans les régions de haute priorité.

**PRODUCTION OF REGIONAL AND NATIONAL TRENDS**

CMMN-RCSM and data analysts from Environment and Climate Change Canada are collaborating on a pilot project to derive regional and national trend estimates by combining migration counts from multiple sites that sample the same portion of the breeding range, similar to the approach used for certain other species such as shorebirds (North American Bird Conservation Initiative Canada 2019). The initial focus is on boreal-breeding Neotropical migrants, for which migration counts sample a broader portion of the breeding range than does the Breeding Bird Survey (BBS).

Blackpoll Warbler (*Setophaga striata*) was chosen for this pilot because it is a species of concern, with BBS indicating a decline of >90% since 1970 (Sauer et al. 2020). In contrast, many observatories in the U.S. and Canada have reported relatively little long-term change in numbers of migrants. CMMN-RCSM has compiled count data from 13 Network members and 9 observatories in the U.S., and isotope data from 12 migration sites. ECCC analysts have developed a model to estimate trends for regions defined by the isotope data. The process is particularly complex for this species, because blackpolls follow different migration routes during spring and fall (Holberton et al. 2015, Covino et al. 2020), such that many observatories sample different portions of the breeding range in each season. Preliminary results indicate that the migrants from breeding range east of the Great Lakes decreased markedly from 2008-2018, whereas migrants originating from western regions remained stable.

Once the pilot project has been completed, the models should be applicable to the many other boreal-breeding species that are well sampled by CMMN-RCSM but not by BBS. Priority targets for future work are the 66 *Regular Migrants* (additional to Blackpoll Warbler) that are monitored by at least 3 observatories sampling the same portion of the breeding range (Table 2). Highest priority will be put on the 35 boreal-breeding species that are poorly sampled by BBS, of which 19 already have isotope data that help delineate breeding origin.

**PRODUCTION DE TENDANCES RÉGIONALES ET NATIONALES**

Les responsables du RCSM et des analystes de données d'ECCC collaborent à l'exécution d'un projet pilote visant à dériver des estimations des tendances régionales et nationales en combinant les dénombrements effectués pendant les migrations par plusieurs observatoires qui échantillonnent une même partie d'une aire de nidification, de manière similaire à l'approche adoptée pour certaines autres espèces, par exemple les oiseaux de rivage (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord – Canada, 2019). L'accent est mis au départ sur les migrants néotropicaux qui nichent dans la forêt boréale, dont les aires de nidification sont couvertes de manière plus complète que dans le cas des dénombrements réalisés dans le cadre du BBS.

La Paruline rayée (*Setophaga striata*) a été choisie pour ce projet pilote parce que c'est une espèce préoccupante, dont les données du BBS révèlent un déclin de plus de 90% de la population depuis 1970 (Sauer *et al.*, 2020). En revanche, de nombreux observatoires au Canada et aux États-Unis ont signalé relativement peu de changement sur une longue période dans le nombre de migrants. Les responsables du RCSM ont compilé les données de dénombrement de 13 observatoires du Réseau et 9 observatoires au sud de la frontière ainsi que des valeurs d'isotopes mesurées à 12 sites de migration. Les analystes d'ECCC ont élaboré un modèle dans le but d'estimer les tendances pour les régions délimitées à partir des valeurs d'isotopes. Le processus est particulièrement complexe pour la Paruline rayée, qui emprunte des voies migratoires différentes au printemps et en automne (Holberton *et al.*, 2015, Covino *et al.*, 2020), ce qui fait en sorte que bon nombre d'observatoires en font les dénombrements dans différentes parties de son aire de nidification selon la saison. Les résultats préliminaires de la modélisation indiquent que le nombre d'individus provenant de la partie de l'aire de nidification située à l'est des Grands Lacs a fortement diminué entre 2008 et 2018 alors que celui des individus provenant de la partie ouest est demeuré stable.

Une fois que le projet pilote aura été exécuté, les modèles devraient pouvoir s'appliquer aux nombreuses autres espèces nichant en zone boréale qui sont échantillonnées adéquatement par le RCSM mais pas par le BBS. Les espèces cibles considérées en priorité pour le travail futur sont les 66 espèces de la catégorie *Migrateur régulier* (en plus de la Paruline rayée) qui sont surveillées par au moins trois observatoires qui échantillonnent la même partie de leur aire de nidification (tableau 2). La plus grande priorité sera accordée aux 35 espèces de ce groupe qui sont peu échantillonnées par le BBS, des valeurs d'isotopes étant déjà compilées et contribuant à délimiter la zone de provenance pour 19 d'entre elles.



**Table 2.** Species that qualify as *Regular Migrants* (as per Table 1) at three or more sites in at least one of two regions (west or east of the Great Lakes).

Chimney Swift	Nashville Warbler
Ruby-throated Hummingbird	• Mourning Warbler
<b>Sharp-shinned Hawk</b>	Common Yellowthroat
<b>Yellow-bellied Sapsucker</b>	• American Redstart
<b>Northern Flicker</b>	<b>Cape May Warbler</b>
<b>Yellow-bellied Flycatcher</b>	Northern Parula
• Traill's Flycatcher	• <b>Magnolia Warbler</b>
<b>Least Flycatcher</b>	<b>Bay-breasted Warbler</b>
Eastern Phoebe	Blackburnian Warbler
Blue-headed Vireo	• <b>Yellow Warbler</b>
Philadelphia Vireo	Chestnut-sided Warbler
Red-eyed Vireo	• <b>Blackpoll Warbler</b>
Tree Swallow	• Black-throated Blue Warbler
N. Rough-winged Swallow	• <b>Palm Warbler</b>
Barn Swallow	• <b>Yellow-rumped Warbler</b>
<b>Brown Creeper</b>	Black-throated Green Warbler
<b>Winter Wren</b>	<b>Canada Warbler</b>
<b>Golden-crowned Kinglet</b>	• <b>Wilson's Warbler</b>
• <b>Ruby-crowned Kinglet</b>	Eastern Towhee
Veery	• <b>Chipping Sparrow</b>
• <b>Gray-cheeked Thrush</b>	Clay-colored Sparrow
• <b>Swainson's Thrush</b>	<b>Savannah Sparrow</b>
• <b>Hermit Thrush</b>	<b>Fox Sparrow</b>
<b>Wood Thrush</b>	• <b>Lincoln's Sparrow</b>
• <b>American Robin</b>	<b>Swamp Sparrow</b>
Cedar Waxwing	• <b>White-throated Sparrow</b>
<b>American Pipit</b>	• <b>White-crowned Sparrow</b>
American Goldfinch	• <b>Dark-eyed Junco</b>
<b>Lapland Longspur</b>	Scarlet Tanager
• Ovenbird	Rose-breasted Grosbeak
• <b>Northern Waterthrush</b>	Bobolink
Black-and-white Warbler	<b>Rusty Blackbird</b>
• <b>Tennessee Warbler</b>	Common Grackle
• <b>Orange-crowned Warbler</b>	

**Bold font:** Boreal species with  $\leq 50\%$  of their Canadian breeding range sampled by the Breeding Bird Survey.  
 Bullet symbol (•): CMMN-RCSM isotope data (20+ samples) are available from at least one site



**Table 2.** Espèces entrant dans la catégorie *Migrateur régulier* (voir le tableau 1) à au moins trois observatoires dans au moins une région sur deux (à l'ouest ou à l'est des Grands Lacs).

Martinet ramoneur	Paruline à joues grises
Colibri à gorge rubis	• Paruline triste
<b>Épervier brun</b>	Paruline masquée
<b>Pic maculé</b>	• Paruline flamboyante
<b>Pic flamboyant</b>	<b>Paruline tigrée</b>
<b>Moucherolle à ventre jaune</b>	Paruline à collier
• Moucherolle des saules ou des	• <b>Paruline à tête cendrée</b>
<b>Moucherolle tchébec</b>	<b>Paruline à poitrine baie</b>
Moucherolle phébi	Paruline à gorge orangée
Viréo à tête bleue	• <b>Paruline jaune</b>
Viréo de Philadelphie	Paruline à flancs marron
Viréo aux yeux rouges	• <b>Paruline rayée</b>
Hirondelle bicolore	• Paruline bleue
Hirondelle à ailes hérissées	• <b>Paruline à couronne rousse</b>
Hirondelle rustique	• <b>Paruline à croupion jaune</b>
<b>Grimpereau brun</b>	Paruline à gorge noire
<b>Troglodyte des forêts</b>	<b>Paruline du Canada</b>
<b>Roitelet à couronne dorée</b>	• <b>Paruline à calotte noire</b>
• <b>Roitelet à couronne rubis</b>	Tohi à flancs roux
Grive fauve	• <b>Bruant familier</b>
• <b>Grive à joues grises</b>	Bruant des plaines
• <b>Grive à dos olive</b>	<b>Bruant des prés</b>
• <b>Grive solitaire</b>	<b>Bruant fauve</b>
<b>Grive des bois</b>	• <b>Bruant de Lincoln</b>
• <b>Merle d'Amérique</b>	<b>Bruant des marais</b>
Jaseur d'Amérique	• <b>Bruant à gorge blanche</b>
<b>Pipit d'Amérique</b>	• <b>Bruant à couronne blanche</b>
Chardonneret jaune	• <b>Junco ardoisé</b>
<b>Plectrophane lapon</b>	Piranga écarlate
• Paruline couronnée	Cardinal à poitrine rose
• <b>Paruline des ruisseaux</b>	Goglu des prés
Paruline noir et blanc	<b>Quiscale rouilleux</b>
• <b>Paruline obscure</b>	Quiscale bronzé
• <b>Paruline verdâtre</b>	

**En caractères gras :** Espèces boréales dont la moitié, tout au plus ( $\leq 50\%$ ), de l'aire de nidification au Canada est couverte par le BBS  
 Puce (•) : espèces pour lesquelles des ratios d'isotopes ont été mesurés (20 individus) à au moins un observatoire du CMMN-RCSM





## IMPROVED ACCESS TO DATA AND INTERPRETED RESULTS

CMMN-RCSM results for all species, along with extensive metadata, are accessible via [NatureCounts](#), the web platform of Birds Canada's National Data Centre. Tables of indices and/or trends for all species can be accessed directly from the website, and raw daily counts can be downloaded through an automated system that handles requests to observatories for any necessary data release permissions. [Metadata](#) for each CMMN-RCSM member station include location, site characteristics, years and seasonal dates of coverage, count methods, contact information, and any cautions needed to alert users of anomalies in the data set. A newly-developed NatureCounts R package, available for download through [GitHub](#), allows researchers to easily download and prepare data for analyses of their own design.

Graphics on the NatureCounts website illustrate the long-term trends in seasonal abundance for every species monitored at each observatory (Figure 7). Results from the past ten years are compiled into species-specific maps, providing an overview of each species' status across the country (Figure 8).

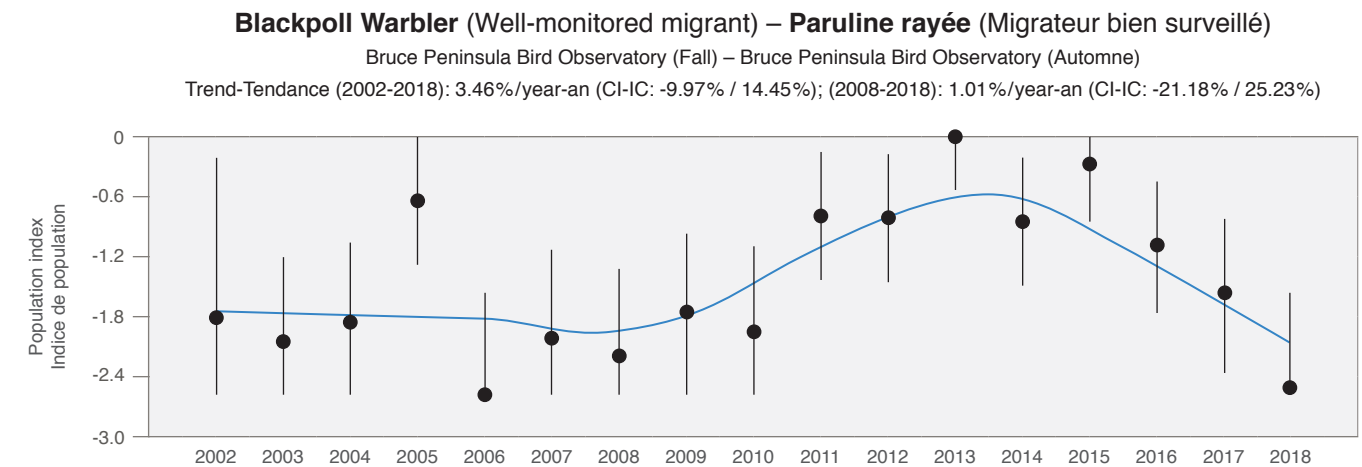
CMMN-RCSM is currently working towards adding complete banding records from member observatories to NatureCounts, making them easily accessible to researchers. Although basic data on the birds banded can be obtained from the Banding Office, much of the information sought by researchers for analysis (condition indices, daily effort, recapture data, etc.) is currently available only by contacting individual observatories.

## AMÉLIORATION DE L'ACCÈS AUX DONNÉES ET AUX RÉSULTATS INTERPRÉTÉS

Les résultats pour toutes les espèces traitées par le RCSM, ainsi qu'une grande quantité de métadonnées, sont accessibles sur [NatureCounts](#), la plateforme Web du Centre national de données d'Oiseaux Canada. Cette plateforme donne un accès direct à des tableaux d'indices et/ou de tendances pour toutes les espèces, et les données brutes de dénombrements quotidiens peuvent être téléchargées au moyen d'un système automatisé qui traite les demandes d'autorisation de diffusion de données requises adressées aux observatoires. [Les métadonnées](#) propres à chaque observatoire du Réseau comprennent la position de l'établissement, les caractéristiques du site, les années et les saisons de couverture, les méthodes de dénombrement, les coordonnées de la personne-ressource et, s'il y a lieu, des avertissements aux usagers concernant de possibles anomalies dans l'ensemble de données. Un progiciel R nouvellement mis au point pour NatureCounts, lequel peut être téléchargé par l'intermédiaire de [GitHub](#), permet aux chercheurs de télécharger des données et de les préparer facilement dans le but de réaliser des analyses de leur propre conception.

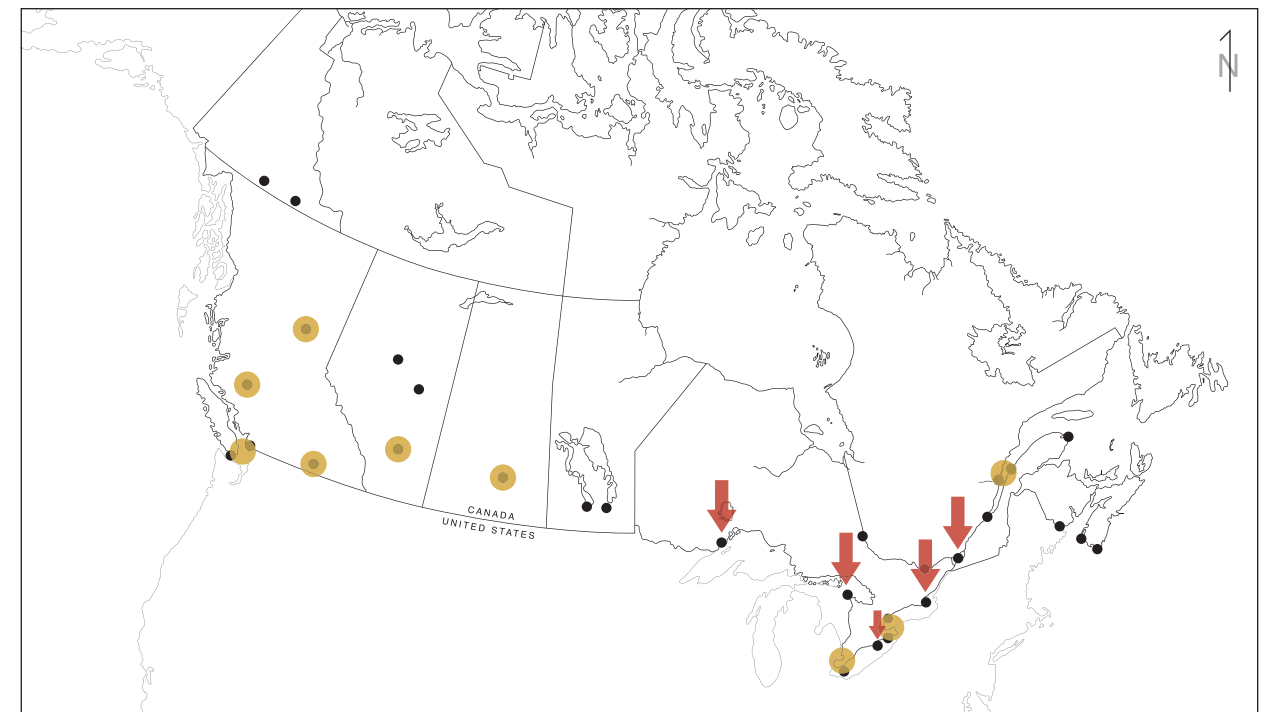
Le portail NatureCounts limite les affichages aux espèces de la catégorie *Migrateur régulier*, pour lesquelles les tendances représentent vraisemblablement les changements dans les effectifs sur de vastes régions (tableau 1). Les graphiques propres aux observatoires présentent les tendances à long terme des indices annuels saisonniers pour chaque espèce (figure 7). Les cartes propres aux espèces pour chaque saison (figure 8) permettent de comparer facilement les tendances sur 10 ans de tous les observatoires. Pour l'avenir, nous envisageons d'ajouter des symboles aux cartes de tendances montrant les endroits où l'espèce fait l'objet d'une surveillance dans une catégorie autre que *Migrateur régulier* ou ne satisfait pas aux critères d'abondance pour l'analyse des tendances. Il est également envisagé de fournir une option permettant de visualiser les graphiques des tendances (figure 7) pour les espèces appartenant à des catégories autres que *Migrateur régulier*, peut-être uniquement sous la forme de fichiers téléchargeables séparés par catégorie de manière à éviter toute confusion entre les groupes.

Les responsables du Réseau travaillent actuellement à ajouter les dossiers de baguage complets des observatoires dans la banque de NatureCounts, où les chercheurs pourront y accéder facilement. Il est possible d'obtenir des données de base sur les oiseaux bagués du Bureau de baguage (Environnement et Changement climatique Canada); la majorité de l'information dont ont besoin les chercheurs à des fins d'analyse (indices d'état général de l'oiseau, effort quotidien, données de recapture, etc.) est disponible seulement en communiquant avec les observatoires.



**Figure 7.** Sample of trend graph: Annual fall indices of Blackpoll Warbler at Bruce Peninsula for all years of operation. Title gives the species name and its classification group, location, season, and trend statistics. Annual indices are shown with 95% credible intervals, and the blue line is a Loess smooth.

**Figure 7.** Exemple de graphique de tendance: indices de population annuels en automne de la Paruline rayée à l'observatoire d'oiseaux de la péninsule Bruce pour toutes les années d'activité. Le titre du graphique indique le nom de l'espèce et la catégorie à laquelle elle appartient, le nom de l'observatoire, la saison et les statistiques de la tendance. Les valeurs des indices annuels sont indiquées avec des intervalles de crédibilité de 95% et la courbe bleue est lissée par la méthode de Loess.



**Figure 8.** Fall trends (2008-2018) for Cedar Waxwing (*Bombycilla cedrorum*) at locations where the species is a *Regular Migrant* (Table 1). Green arrows = significant increase ( $P < 0.05$ ), red arrows = significant decline, and yellow dots = no significant change. Size of arrow indicates magnitude of trend: small for changes  $< 5\%$  per year; large for changes  $\geq 5\%$  per year

**Figure 8.** Tendances en automne (2008-2018) pour le Jaseur d'Amérique (*Bombycilla cedrorum*) aux endroits où l'espèce appartient à la catégorie *Migrateur régulier* (tableau 1). Flèches vertes (absentes sur cette carte) = importante augmentation ( $P < 0,05$ ); flèches rouges = important déclin; points jaunes = aucun changement significatif. La taille des flèches indique l'ampleur de la tendance: petites =  $< 5\%$  par année; grandes =  $\geq 5\%$  par année.



## HABITAT ASSESSMENT

Habitat selection during migration is less pronounced than during the breeding season, and observatories are often established where topography concentrates migrants regardless of local habitat. Nonetheless, severe alteration of height and density of vegetation at an observatory may affect its attractiveness to migrants. Moreover, even if the number of migrants using a site remains constant, habitat succession could gradually alter the proportion of birds on site that can be captured or observed, resulting in apparent trends that are unrelated to change in number of birds actually present.

CMMN-RCSM now requires TMP participants to collect data that will document the nature and speed of significant habitat changes at each observatory. Vegetative structure will be assessed every 3-5 years using the habitat monitoring protocols of MAPS (Monitoring Avian Productivity and Survival; Nott *et al.* 2003), or an approved equivalent. In addition, observatories will take a standard set of photos every 1-3 years to illustrate habitat at each net or trap site and across the site overall. A few observatories have been doing this for some time (e.g., Figure 9), but most sites will have started in 2020 or 2021.

The primary objective is for CMMN-RCSM to review assessments regularly, watching for evidence of any major alteration in habitat structure. If merited, a brief description of the change could be added to an observatory's metadata, cautioning data users to consider whether this might affect their analyses. It may prove possible to identify periods of time during which trends should be relatively unaffected; for example, periods before and after a one-time severe change, or 10-year periods during which change has been too gradual to have affected bird detection. All habitat assessment data will be archived by Birds Canada, eventually resulting in data that could be matched with bird counts for a variety of site-level research studies.

## ÉVALUATION DES HABITATS

La sélection de l'habitat pendant les migrations est moins prononcée que pendant la période de reproduction, et les observatoires sont souvent établis là où la topographie concentre les migrants, indépendamment de l'habitat à l'échelle locale. Néanmoins, une forte altération de la hauteur et de la densité de la végétation à un observatoire peut affecter son attrait pour les oiseaux en migration. Qui plus est, même si le nombre d'oiseaux migrants qui utilisent un site demeure constant, la succession végétale pourrait modifier progressivement la proportion d'oiseaux pouvant être capturés ou observés, ce qui produit des tendances apparentes qui ne correspondent pas en réalité au nombre d'individus présents.

Dorénavant, les autorités du Réseau demandent aux participants au PST de recueillir des données pour documenter la nature et la rapidité des changements significatifs dans l'habitat sur leur site respectif. Ceux-ci devront évaluer la structure de la végétation tous les trois à cinq ans en suivant les protocoles de suivi des habitats du programme MAPS (Monitoring Avian Productivity and Survival; suivi de la productivité et de la survie des oiseaux; Nott *et al.*, 2003) ou un équivalent approuvé. De plus, les observatoires prendront un ensemble de photos standards tous les un à trois ans pour montrer l'habitat à chaque site de capture (filets et pièges) ainsi que sur l'ensemble du site. Quelques observatoires font cela depuis un certain temps (figure 9), mais la plupart ont commencé à le faire en 2020 ou en 2021.

L'objectif principal est que le RCSM examine régulièrement les données de suivi à la recherche d'indications de modifications majeures de la structure de l'habitat. Si cela se justifie, une brève description du changement pourrait être ajoutée aux métadonnées d'un observatoire, en avertissant les utilisateurs de données qu'ils doivent déterminer si cela peut avoir une influence sur leurs analyses. Il peut s'avérer possible de délimiter des périodes pendant lesquelles les tendances devraient être relativement peu influencées, par exemple les périodes précédant et suivant un changement ponctuel important ou des périodes de 10 ans pendant lesquelles le changement a été trop graduel pour avoir influé sur la détection des oiseaux. Toutes les données d'évaluation des habitats seront archivées par Oiseaux Canada, ce qui permettra éventuellement d'obtenir de l'information qui pourra être mise en correspondance avec les dénombrements d'oiseaux pour différentes recherches à l'échelle de l'observatoire.



**Figure 9.** Exemple de photos de l'habitat pour l'un des pièges à l'Observatoire d'oiseaux de Thunder Cape. PHOTOS © TCBO

**Figure 9.** Exemple de photos de l'habitat au site d'un des pièges à l'Observatoire d'oiseaux de Thunder Cape. PHOTOS © TCBO



## Looking to the Future

Much of the work described in this report is ongoing, and the Network will continue to build on those foundations. Now that CMMN-RCSM is well-established, it is time also to focus on ensuring long-term sustainability. This will require action on several fronts: finding ways to collect data at additional sites and in the 'right' places to meet goals of the TMP, helping to strengthen the capacity and long-term security of member observatories, developing resources to support high priority research, and strengthening Network leadership. Succeeding in these actions over the long term will depend largely on the ability of the CMMN-RCSM to increase financial resources.

Even though most member observatories are well set up to continue indefinitely and currently have no expectation of direct funding from CMMN-RCSM, the Network would like to have enough financial reserves to help address contingencies.

As well, funding sources are needed if CMMN-RCSM wants research done that will directly contribute to achieving its goals. University researchers are certainly interested in observatory data, as Appendix 1 illustrates, but academics cannot be expected to have the same priorities as the Network. The primary means for CMMN-RCSM to ensure its priority research is addressed is to seek direct external funding for specific projects.

Most importantly, CMMN-RCSM has reached a stage of maturity and complexity that requires enhanced leadership and strategic direction if it is to fully address its ambitious goals. Currently, leadership and coordination are provided by the Steering Committee, made up of representatives from the three collaborating parties: member observatories, Environment and Climate Change Canada, and Birds Canada. Representatives of ECCC and Birds Canada are employees of their organizations, and although Birds Canada employees play a crucial role in the Network, they and all other Steering Committee members have limited control over the time and attention they can devote to the project. Collaborative efforts of all parties to the Network have made tremendous progress, but there is nonetheless a growing need to designate and fund a person whose responsibility is to think about the program every day and ponder ways it could be improved, to keep tabs on progress or lack thereof, ensure submission of data and other annual requirements, write funding proposals, and generally serve as a champion for the Network. Establishing such a position will be an important goal for the Network in its third decade.

## La suite des choses

Une grande partie des activités décrites dans ce rapport se poursuivent, et le Réseau continuera à s'appuyer sur ces bases. Maintenant que le RCSM est bien établi, il est temps de se concentrer également sur sa pérennité. Pour cela, il faudra agir sur plusieurs fronts: trouver des façons de recueillir des données à d'autres sites et aux « bons » endroits pour atteindre les objectifs du PST; contribuer à renforcer la capacité et la sécurité à long terme des observatoires; développer des ressources pour soutenir la recherche hautement prioritaire; et renforcer le leadership du Réseau. La réussite à long terme de ces actions dépendra en grande partie de la capacité du RCSM à augmenter ses ressources financières.

Même si la plupart des observatoires membres sont bien en selle pour poursuivre leurs activités indéfiniment et n'ont actuellement aucune attente de financement direct de la part du RCSM, les responsables du Réseau aimeraient disposer de suffisamment de réserves financières pour faire face aux imprévus.

De même, des sources de financement sont nécessaires si le RCSM souhaite que des recherches soient menées qui contribueront directement à l'atteinte de ses objectifs. Il y a certainement des chercheurs universitaires qui sont intéressés par les données des observatoires, comme l'illustre l'annexe 1, mais on ne peut s'attendre à ce que les universitaires aient les mêmes priorités que le Réseau. Le principal moyen pour le RCSM de s'assurer que ses recherches prioritaires sont prises en compte est de rechercher un financement externe direct pour des travaux spécifiques.

Plus important encore, le RCSM a atteint un stade de maturité et de complexité qui nécessite un leadership et une orientation stratégique accrues s'il veut atteindre pleinement ses objectifs ambitieux. Actuellement, le leadership et la coordination sont assurés par le Comité directeur, qui est composé de représentants des trois partenaires: les observatoires membres du Réseau, ECCC et Oiseaux Canada. Les représentants de ces deux derniers partenaires font partie de leur personnel et, bien que les employés d'Oiseaux Canada jouent un rôle crucial dans le Réseau, ils sont limités dans le temps et l'attention qu'ils peuvent lui consacrer, comme c'est le cas pour tous les autres membres du Comité directeur. Les efforts de collaboration de toutes les parties du Réseau ont permis de réaliser d'énormes progrès, mais il est néanmoins de plus en plus nécessaire de désigner et de rémunérer une personne ayant les tâches suivantes: s'occuper du programme en permanence et réfléchir aux moyens de l'améliorer, faire le suivi des progrès réalisés ou de l'absence de progrès, s'assurer de la réception des données et du respect des autres exigences annuelles, rédiger des propositions visant à obtenir du financement et, d'un point de vue général, agir comme grand.e responsable du Réseau. La création d'un tel poste sera un objectif important pour le Réseau dans sa troisième décennie.



# Acknowledgements

## Remerciements

Preparation and writing of this report were led by Erica Dunn, with significant input from other members of the current CMMN-RCSM Steering Committee: Rinchen Boardman, Doug Collister, Patti Campsall, Bruno Drolet, Pierre-Alexandre Dumas, Danielle Ethier, Marcel Gahbauer, Stuart Mackenzie, Pam Sinclair, and Cyndi Smith. They were responsible also for much of the past decade's progress detailed in this report, along with earlier-serving committee members Alaine Camfield, Ted Cheskey, Tara Crewe, Audrey Heagy, Marie-Anne Hudson, Jon McCracken, Ann Nightingale, Ted Murphy-Kelly, David Okines and Philip Taylor. The Network will miss the support and advice of David Hussell (1934-2015), whose organizational efforts and pioneering work on the use of migration counts for population monitoring were key factors in the formation and ongoing development of the CMMN-RCSM.

Member observatories rely heavily on the participation of thousands of volunteers. Without their support and contributions to daily operations and data collection, the Network could not exist. Individuals are also key financial contributors via direct donations to local observatories and through participation in the [Great Canadian Birdathon](#). We salute them all.

A broad range of sponsoring organizations provide additional support to Network members. We are especially grateful to the following for multi-year support for multiple observatories:

- Alberta Conservation Association
- Alberta Gaming, Liquor and Cannabis Commission
- Alberta Environment and Parks
- Bird Protection Quebec
- Birds Canada: Great Canadian Birdathon and the James L. Baillie Memorial Fund
- Employment and Social Development Canada: Canada Summer Jobs
- Environment and Climate Change Canada: Canadian Wildlife Service
- Nature Conservancy of Canada
- Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry
- Ontario Trillium Foundation
- TD Friends of the Environment Foundation

La préparation et la rédaction du présent rapport ont été dirigées par Erica Dunn, avec une importante contribution des autres membres du Comité directeur dans sa composition actuelle: Rinchen Boardman, Doug Collister, Patti Campsall, Bruno Drolet, Pierre-Alexandre Dumas, Danielle Éthier, Marcel Gahbauer, Stuart Mackenzie, Pam Sinclair et Cyndi Smith. Ces personnes doivent également être créditées pour la majeure partie des progrès réalisés durant la dernière décennie qui sont décrits dans ces pages, comme doivent l'être aussi les membres des éditions passées du Comité: Alaine Camfield, Ted Cheskey, Tara Crewe, Audrey Heagy, Marie-Anne Hudson, Jon McCracken, Ann Nightingale, Ted Murphy-Kelly, David Okines et Philip Taylor. Les responsables du Réseau regretteront le soutien et les conseils de David Hussell (1934-2015), dont le travail d'organisation et les interventions d'avant-garde concernant l'utilisation des dénombrements d'oiseaux en migration pour le suivi des populations ont joué un rôle clé dans la création et le développement continu du RCSM.

Les observatoires membres dépendent fortement de la participation de milliers de bénévoles. Sans leur soutien et la contribution de ces personnes aux activités quotidiennes et à la collecte de données, le Réseau ne pourrait pas exister. De plus, les particuliers apportent d'importantes contributions financières sous la forme de dons directs aux observatoires et par leur participation au [Grand Birdathon pancanadien](#). Nous les saluons tous.

Un large éventail d'organisations de parrainage apporte un soutien supplémentaire aux observatoires du Réseau. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers les organismes suivants pour le soutien qu'ils apportent année après année à plusieurs observatoires.

- Alberta Conservation Association
- Alberta Gaming, Liquor and Cannabis Commission
- Conservation de la nature Canada
- Emploi et Développement social Canada: Emplois d'été Canada
- Environnement et Changement climatique Canada : Service canadien de la faune
- Fondation TD des amis de l'environnement
- Fondation Trillium de l'Ontario



Individual observatories are sponsored by a much large number of additional organizations. Only a partial list can be shown here, serving mainly to illustrate the breadth of community backing for Network operations. Full acknowledgements are posted on the [websites](#) of individual observatories, and the CMMN-RCSM extends its thanks to every one of their supporters.

- Alberta Community Environment Action Fund
- Alberta Community Spirit Grant
- Armstrong Bird Food
- BC Spaces for Nature
- Bradstreet Family Foundation
- British Columbia Field Ornithologists
- British Columbia Fish and Wildlife Compensation Program: Peace Region
- British Columbia Lottery Corporation
- British Columbia Spaces for Nature
- City of Toronto
- Cygnus Fund (Hamilton Community Foundation)
- ECO Canada Co-Op Program
- Edmonton Community Foundation
- Golder Associates
- Gosling Foundation
- Harry J. Enns Wetland Discovery Centre at Oak Hammack Marsh
- Husky Energy
- Joan Outerbridge Charitable Trust
- Keri Chase Foundation for Animal Welfare
- Kiwanis Club of Oliver, BC
- Microsoft
- McLeod Lake-Mackenzie Community Forest
- Ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs du Québec
- Murray & Edna Forbes Foundation: South Saskatchewan Community Foundation
- Nature Canada, Charles Labatiuk Nature Endowment Fund
- Nature Saskatchewan
- New Brunswick Wildlife Trust Fund
- Ontario ministry of the environment, Conservation and Parks
- Ontario Power Generation
- Ottawa Field-Naturalists' Club
- Petro Canada/Suncor Volunteer Grant Fund
- Public Conservation Assistance Fund
- QuébecOiseaux
- Saskatchewan Ministry of Environment: Fish and Wildlife Development Fund
- Sherwood Park Fish and Game
- Similkameen Conservation Alliance
- Stantec
- Tbaytel

- Ministère de l'Environnement et des Parcs de l'Alberta
- Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario
- Oiseaux Canada: Grand Birdathon pancanadien et Fonds commémoratif James L. Baillie
- Protection des Oiseaux du Québec

Les observatoires individuels sont parrainés par un plus grand nombre encore d'autres organisations. Nous ne présentons ici qu'une liste partielle de ces contributeurs, surtout pour donner une idée de l'ampleur du soutien assuré par les collectivités aux activités des membres du Réseau. Chaque observatoire remercie ses bailleurs de fonds sur son propre [site Web](#). Les responsables du RCSM remercient chacun de ces généreux contributeurs.

- Alberta Community Environment Action Fund
- Alberta Community Spirit Grant
- Armstrong Bird Food
- BC Spaces for Nature
- Bradstreet Family Foundation
- British Columbia Field Ornithologists
- British Columbia Fish and Wildlife Compensation Program: Peace Region
- British Columbia Lottery Corporation
- British Columbia Spaces for Nature
- Cygnus Fund (Hamilton Community Foundation)
- ECO Canada Co-Op Program
- Edmonton Community Foundation
- Fonds de fiducie de la faune du Nouveau-Brunswick
- Golder Associates
- Gosling Foundation
- Harry J. Enns Wetland Discovery Centre at Oak Hammack Marsh
- Husky Energy
- Joan Outerbridge Charitable Trust
- Keri Chase Foundation for Animal Welfare
- Kiwanis Club of Oliver, BC
- McLeod Lake-Mackenzie Community Forest
- Microsoft
- Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan: Fonds de développement de la pêche et de la faune
- Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario
- Ontario Power Generation
- Ottawa Field-Naturalists'
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
- Murray & Edna Forbes Foundation: South Saskatchewan Community Foundation
- Nature Canada, Charles Labatiuk Nature Endowment Fund
- Nature Saskatchewan



- Thunder Bay District Stewardship Council
- Tolko Industries
- Toronto and Region Conservation Foundation
- Vancouver Foundation
- Vanderwell Contractors Ltd
- Victoria Foundation
- Victoria Natural History Society
- Ville de Tadoussac
- West Canadian Digital Imaging Inc.
- West Fraser

We value the many collaborations with professional researchers in other organizations that have resulted in analyses and publications that advance knowledge of migratory birds and disseminate CMMN-RCSM results to academic, government and conservation communities. Institutions involved in collaborations with one or more Network members since 2008 include the following:

- Acadia University
- Algoma University
- Canadian Wildlife Service (ECCC)
- Carleton University
- Columbia University Lamont-Doherty Earth Observatory
- Dalhousie University
- Georgia Basin Ecological Assessment and Restoration Society
- Laurentian University
- Lyme Ontario
- McGill University
- McMaster University
- Okanagan College
- Point Blue Conservation Science
- Royal Roads University
- Science and Technology (ECCC)
- Texas Tech University
- Toronto Zoo
- Trent University
- Université de Sherbrooke
- Université du Québec à Chicoutimi
- Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
- Université Laval
- University of Alberta
- University of California
- University of Guelph
- University of Manitoba
- University of Massachusetts Amherst
- University of Ottawa
- University of Saskatchewan
- University of Waterloo
- University of Windsor

- Petro Canada/Suncor Volunteer Grant Fund
- Public Conservation Assistance Fund
- QuébecOiseaux
- Sherwood Park Fish and Game
- Similkameen Conservation Alliance
- Stantec
- Tbaytel
- Thunder Bay District Stewardship Council
- Tolko Industries
- Toronto and Region Conservation Foundation
- Vancouver Foundation
- Vanderwell Contractors Ltd
- Victoria Foundation
- Victoria Natural History Society
- Ville de Tadoussac
- Ville de Toronto
- West Canadian Digital Imaging Inc.
- West Fraser

Nous apprécions les nombreuses collaborations avec des chercheurs professionnels d'autres organisations qui ont donné lieu à des analyses et à des publications qui font progresser les connaissances sur les oiseaux migrateurs et qui diffusent les données du RCSM aux secteurs universitaire, gouvernemental et de la conservation. Voici la liste des entités qui ont collaboré avec au moins un observatoire du Réseau depuis sa création en 2008 :

- Collège Okanagan
- Direction générale des sciences et de la technologie (ECCC)
- Georgia Basin Ecological Assessment and Restoration Society
- Lyme Ontario
- Point Blue Conservation Science
- Service canadien de la faune (ECCC)
- Université Acadia
- Université Algoma
- Université Carleton
- Université Columbia – Lamont-Doherty Earth Observatory
- Université d'Ottawa
- Université Dalhousie
- Université de Guelph
- Université de l'Alberta
- Université de la Californie
- Université de la Saskatchewan
- Université de Sherbrooke
- Université de Waterloo
- Université de Windsor
- Université du Manitoba
- Université du Massachusetts à Amherst
- Université du Québec à Chicoutimi

- Western University
- York University

- Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
- Université Laurentienne
- Université Laval
- Université McGill
- Université McMaster
- Université Royal Roads
- Université Texas Tech
- Université Trent
- Université Western
- Université York
- Zoo de Toronto



# References Cited

## Références\*

- Blancher, P. 2003. Importance of Canada's boreal forest to landbirds. Canadian Boreal Initiative and Boreal Songbird Initiative, Ottawa, ON and Seattle, WA. [bsc-eoc.org/download/borealbirdsreport.pdf](https://bsc-eoc.org/download/borealbirdsreport.pdf)
- Bridge, E.S., K. Thorup, M.S. Bowlin, P.B. Chilson, R.H. Diehl, R.W. Fléron, P. Hartl, R. Kays, J.F. Kelly, W.D. Robinson, and M. Wikelski. 2011. Technology on the move: Recent and forthcoming innovations for tracking migratory birds. *BioScience* 61: 689–698. [doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.7](https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.7)
- Covino, K., S. Morris, M. Shieldcastle, and P. Taylor. 2020. Spring migration of Blackpoll Warblers across North America. *Avian Conservation and Ecology* 15 (1).
- Crewe, T. L., J.D. McCracken, P.D. Taylor, D. Lepage, and A.E. Heagy. 2008. The Canadian Migration Monitoring Network—Réseau canadien de surveillance des migrations: Ten-year report on monitoring landbird population change. The Canadian Migration Monitoring Network—Réseau canadien de surveillance des migrations Technical Report #1, Port Rowan, Ontario, Canada. [bsc-eoc.org/download/CMMNReport2008.pdf](https://bsc-eoc.org/download/CMMNReport2008.pdf)
- Crewe, T.L., P.D. Taylor, D. LePage, A.C. Smith and C.M. Francis. 2015. Quantifying regional variation in population trends using migration counts. *Journal of Wildlife Management* 80: 245-255.
- Dunn, E.H. 2019. Dynamics and population consequences of irruption in the Red-breasted Nuthatch (*Sitta canadensis*). *The Auk* 136: [academic.oup.com/auk/article/136/2/ukz008/5432919](https://academic.oup.com/auk/article/136/2/ukz008/5432919)
- Dunn, E.H., D.J.T. Hussell and R.J. Adams. 1997. Monitoring songbird population change with autumn mist-netting. *Journal of Wildlife Management* 61: 389-396.
- Dunn, E.H., D.J.T. Hussell, C. Francis and J.D. McCracken. 2004. A comparison of three count methods for monitoring songbird abundance during spring migration: capture, census and estimated totals. In C.J. Ralph and E.H. Dunn (editors), *Monitoring bird populations using mist nets*. *Studies in Avian Biology* 29: 116-122.
- Dunn, E.H., B.L. Altman, J. Bart, C.J. Bearmore, H. Berlanga, P.J. Blancher, G.S. Butcher, D.W. Demarest, R. Dettmers, W.C. Hunter, E.E. Inigo-Elias, A.O. Panjabi, D.N. Pashley, C.J. Ralph, T.D. Rich, K.V. Rosenberg, C.M. Rustay, J.M. Ruth and T.C. Will. 2005. High priority needs for range-wide monitoring of North American landbirds. *Partners in Flight Technical Series No. 2*. [partnersinflight.org/resources/pif-tech-series](https://partnersinflight.org/resources/pif-tech-series)
- Dunn, E.H., K.A. Hobson, L.I. Wassenaar, D.J.T. Hussell, and M.L. Allen. 2006. Identification of summer origins of songbirds migrating through southern Canada in autumn. *Avian Conservation and Ecology - Écologie et conservation des oiseaux* 1(2): 4. [ace-eco.org/vol1/iss2/art4/](https://ace-eco.org/vol1/iss2/art4/)
- Dunn, E., and D.J.T. Hussell. 2011. Standardized counting for migration monitoring.
- Dunn, E., B. Drolet, D. Collister, J. McCracken and D. Okines. 2016. The Canadian Migration Monitoring Network - Réseau canadien de surveillance des migrations: Status Assessment. CMMN-RCSM Scientific Technical Report #2. Produced by Bird Studies Canada, Port Rowan, Ontario. 10 pp.
- Francis, C.M., and D.J.T. Hussell. 1998. Changes in numbers of land birds counted in migration at Long Point Bird Observatory, 1961-1997. *Bird Populations* 4: 37-66.
- Guglielmo, C.G., D.J. Cerasale, and C. Eldermire. 2005. A field validation of plasma metabolite profiling to assess refueling performance of migratory birds. *Physiological and Biochemical Zoology* 78: 116–125.
- Hagan, J.M. III, and D.W. Johnston (Editors) 1992. *Ecology and Conservation of Neotropical Migrant Landbirds*. Smithsonian Institution Press, Washington. 576 pp.
- Holberton, R.L., S.L. Van Wilgenburg, A.J. Leppold, and K.A. Hobson. 2015. Isotopic ( $\Delta 2\text{Hf}$ ) evidence of 'loop migration' and use of the Gulf of Maine Flyway by both western and eastern breeding populations of Blackpoll Warblers. *Journal of Field Ornithology* 86 (3): 213–28.
- Hussell, D.J.T., and C.J. Ralph. 2005. Recommended methods for monitoring change in landbird populations by counting and capture of migrants. *North American Bird Bander* 30: 6-20. [https://www.fs.fed.us/psw/publications/ralph/psw\\_2005\\_ralph%28hussell%29003.pdf](https://www.fs.fed.us/psw/publications/ralph/psw_2005_ralph%28hussell%29003.pdf)
- Hussell, D.J.T., M. Mather, and P. Sinclair. 1992. Trends in numbers of tropical- and temperate-wintering landbirds in migration at Long Point, Ontario, 1961-1988. Pp. 101-114 In, J.M. Hagan and D.W. Johnson (editors), *Ecology and Conservation of Neotropical Migrant Landbirds*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Hobson, K.A., S.L. Van Wilgenburg, E.H. Dunn, D.J.T. Hussell, P.D. Taylor and D.M. Collister. 2015. Predicting origins of passerines migrating through Canadian migration monitoring stations using stable-hydrogen isotope analyses of feathers: a new tool for bird conservation. *Avian Conservation and Ecology* 10 (1): 3. [ace-eco.org/vol10/iss1/art3/](https://ace-eco.org/vol10/iss1/art3/)
- Kardynal, K.J., D.M. Collister, and K.A. Hobson. 2018. Origins of Wilson's Warblers migrating through southwest Canada: Adding value to banding data by using stable isotopes and genetic markers. *Animal Migration* 2018: 5-17.
- Lehikoinen, A., A. Lindén, M. Karlsson, A. Andersson, T.L. Crewe, E.H. Dunn, G. Gregory, L. Karlsson, V. Kristiansen, S. Mackenzie, S. Newman, J. E. Røer, C. Sharpe, L.V. Sokolov, Å. Steinholtz, M. Stervander, I-S. Tirri, and R.S. Tjørnløv. 2019. Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration. *Ecological Indicators* 101: 985-991.
- Ma, Y., K.A. Hobson, K.J. Kardynal, C.G. Guglielmo, and B.A. Branfireun. 2020. Inferring spatial patterns of mercury exposure in migratory boreal songbirds: Combining feather mercury and stable isotope ( $\Delta 2\text{H}$ ) measurements. *Science of The Total Environment*, October 26, 2020, 143109. [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143109](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143109)
- Nott, P., D.F. Desante and N. Michel. 2003. *Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) Habitat Structure Assessment (HAS) Protocol*. The Institute of Bird Populations, Point Reyes Station, CA.
- North American Bird Conservation Initiative Canada. 2019. *The State of Canada's Birds, 2019: Supplementary Methods*. Environment and Climate Change Canada, Ottawa, Canada. 12 pages. [nabci.net/resources/state-of-canadas-birds-2019/](https://nabci.net/resources/state-of-canadas-birds-2019/)
- Ridout, R. 2017. *A Birding Guide to the Long Point Area*. Bird Studies Canada, Port Rowan, ON. 146 pp. ISBN 978-0-9810904-1-2
- Sauer, J.R., Link, W.A., and Hines, J. E., 2020, *The North American Breeding Bird Survey, Analysis Results 1966 - 2019*. U.S. Geological Survey data release. [doi.org/10.5066/P96A7675](https://doi.org/10.5066/P96A7675)
- Sillett, T.S., and R.T. Holmes. 2002. Variation in survivorship of a migratory songbird throughout its annual cycle. *Journal of Animal Ecology* 71: 296-308.
- Taylor, P.D., S.A. Mackenzie, B.G. Thurber, A.M. Calvert, A.M. Mills, L.P. McGuire, and C.G. Guglielmo. 2012. Landscape movements of migratory birds and bats reveal an expanded scale of stopover. *PloS One* 6, no. 11: e27054. [journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0027054](https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0027054)

\* Les références bibliographiques sont présentées dans la langue originale de leur publication.





## Appendix I Annexe I

## Scientific publications Publications scientifiques\*

This is a selective list of original research analyses using data collected at CMMN-RCSM observatories by personnel or collaborating researchers since 1998; limited to works published in peer-reviewed or peer-edited journals or as academic theses. Please help ensure our records are complete by sending citations of any additional publications meeting these criteria to [✉ cmmn-rasm@birdscanada.org](mailto:cmmn-rasm@birdscanada.org).

Il s'agit d'une liste sélective d'analyses de recherche originales utilisant des données récoltées aux observatoires du RCSM par le personnel ou des chercheurs collaborateurs depuis 1998. Cette liste est limitée aux travaux publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture ou dans des mémoires et thèses universitaires. Vous pouvez nous aider à assurer l'exhaustivité de nos archives en envoyant les citations de toute autre publication répondant à ces critères par courriel à [✉ cmmn-rasm@birdscanada.org](mailto:cmmn-rasm@birdscanada.org).

- Adams, A.M. and M.B. Fenton. 2017. Identifying peaks in bat activity: a new application of SaTScan's space-time scan statistic. *Wildlife Research* 44(5) 392-399. <https://doi.org/10.1071/WR16194>
- Adams, A.M., L.P. McGuire, L.A. Hooton, and M.B. Fenton. 2015. How high is high? Using percentile thresholds to identify peak bat activity. *Canadian Journal of Zoology* 93: 307-313.
- Anparasan, L., and K.A. Hobson. 2021. Tracing sources of carbon and hydrogen to stored lipids in migratory passerines using stable isotope ( $\Delta^{13}C$ ,  $\Delta^2H$ ) measurements. *Oecologia*, January 3, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04827-1>
- Baloun, D.E. and C.G. Guglielmo. 2019. Energetics of migratory bats during stopover: a test of the torpor-assisted migration hypothesis. *Journal of Experimental Biology* 222(6). <https://ir.lib.uwo.ca/etd/4739/>
- Beauchamp, A. T. 2018. Differential spring migration in the White-throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*). MSc thesis, Western University. <https://ir.lib.uwo.ca/etd/5654>
- Beauchamp, A.T., C.G. Guglielmo, and Y.E. Morbey. 2020. Stopover refueling, movement, and departure decisions in the White-throated Sparrow: The influence of intrinsic and extrinsic factors during spring migration. *Journal of Animal Ecology* n/a, no. n/a (2020). <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13315>
- Bégin-Marchand, C., A. Desrochers, J.A. Tremblay, and P. Côté. 2020. Comparing fall migration of three *Catharus* species using a radio-telemetry network. *Animal Migration* 7: 1-8.
- Bégin-Marchand, C., A. Desrochers, P.D. Taylor, J.A. Tremblay, L. Berrigan, B. Frei, A. Morales, and G.W. Mitchell. 2021. Spatial structure in migration routes maintained despite regional convergence among eastern populations of Swainson's Thrushes. *Movement Ecology* (2021) 9:23. <https://doi.org/10.1186/s40462-021-00263-9>
- Berrigan, Lucas. 2018. Post-breeding movements of Swainson's Thrush in southern Nova Scotia. MSc thesis, Acadia University, 2018. <https://scholar.acadiau.ca/islandora/object/theses:3190>
- Berthiaume, E., M. Bélisle, and J.-P. Savard. 2009. Incorporating detectability into analyses of population trends based on hawk counts: a double-observer approach. *Condor* 111: 43-58.
- Bourgeois, K.D. 2019. Response of birds to habitat types, temperature, and precipitation in Central Parkland Natural Subregion of Beaver County, Alberta. M.Sc. thesis, Faculty of Social and Applied Sciences, Royal Roads University Victoria, British Columbia, Canada.
- Bourgeois, K.D. 2019. Response of Birds to Habitat Types, Temperature, and Precipitation in Central Parkland Natural Subregion of Beaver County, Alberta. MSc thesis in Environment and Management, Faculty of Social and Applied Sciences, Royal Roads University Victoria, British Columbia, Canada.
- Boyd, R.J., T.R. Kelly, S.A. MacDougall-Shackleton, and E.A. MacDougall-Shackleton. 2018. Alternative reproductive strategies in White-throated Sparrows are associated with differences in parasite load following experimental infection. *Biology Letters*. <http://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0194>
- Bradley, S., M.F. Dick, C.G. Guglielmo and A.V. Timoshenko. 2017. Seasonal and flight-related variation of galectin expression in heart, liver and flight muscles of Yellow-rumped Warblers (*Setophaga coronata*). *Glycoconjugate Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10719-017-9779-2>
- Brewer, A.D., A.W. Diamond, E.J. Woodsworth, B.T. Collins, and E.H. Dunn. 2000. The Atlas of Canadian Bird Banding 1921-1995. Volume 1: Doves, Cuckoos and Hummingbirds through Passerines. Canadian Wildlife Service Special Publication, Ottawa, Canada.
- Brisson-Curadeau, É., K.H. Elliott, and P. Côté. 2019. Factors influencing fall departure phenology in migratory birds that bred in northeastern North America. *The Auk* 137: 1-14.
- Brodbeck, M. 2017. Development of new methods to investigate the role of the avian hippocampus in memory formation in Brown-Headed Cowbirds. M.Sc. Thesis, Department of Psychology, University of Western Ontario. <https://ir.lib.uwo.ca/etd/4838/>
- Brown, J. Morgan, and Philip D. Taylor. Migratory Blackpoll Warblers (*Setophaga striata*) make regional-scale movements that are not oriented toward their migratory goal during fall. *Movement Ecology* 5 (July 3, 2017): 15. <https://doi.org/10.1186/s40462-017-0106-0>
- Brown, J.M., B.J. McCabe, L.V. Kennedy, and C.G. Guglielmo. 2014. Genetically-based behavioural morph affects stopover refuelling performance in White-Throated Sparrows *Zonotrichia albicollis*. *Journal of Avian Biology* 45: 522-27. <https://doi.org/10.1111/jav.00334>
- Brown, J.M., P.D. Taylor. 2015. Adult and hatch-year Blackpoll Warblers exhibit radically different regional-scale movements during post-fledging dispersal. *Biology Letters* 11: 20150593.
- Burrell, K.G.D., J.H. Skevington, S. Kelso, M.V.A. Burrell, D.L. LeClair, and S.A. Mackenzie. 2016. A previously undocumented hybrid new world warbler (*Setophaga pensylvanica* × *S. magna*) captured at Long Point, Ontario. *Wilson Journal of Ornithology* 128: 623-628.
- Caldwell, S.A., and A.M. Mills. 2006. Comparative spring migration arrival dates in two morphs of White-Throated Sparrows. *Wilson Journal of Ornithology* 118: 326-332.
- Calvert, A.M., S.A. Mackenzie, J.M. Flemming, P.D. Taylor, and S.J. Walde. 2012. Variation in songbird migratory behaviour offers clues about adaptability to environmental change. *Oecologia* 168(3): 849-861.
- Clark, R.G., D.W. Winkler, R.D. Dawson, D. Shutler, D.J.T. Husell, M.P. Lombardo, P.A. Thorpe, P.O. Dunn, L.A. Whittingham.

\* Les références bibliographiques sont présentées dans la langue originale de leur publication.



2018. Geographic variation and environmental correlates of apparent survival rates in adult tree swallows *Tachycineta bicolor*. *Journal of Avian Biology* 49(6). <https://doi.org/10.1111/jav.01659>
- Confer J.L., L.L. Kanda, and I. Li. 2014. Northern Saw-whet Owl: regional patterns for fall migration and demographics revealed by banding data. *Wilson Journal of Ornithology* 126: 305-320.
- Côté, M., J. Ibarzabal, M.-H. St-Laurent, J. Ferron, and R. Gagnon. 2007. Age-dependent response of migrant and resident *Aegolius* owl species to small rodent population cycles in the eastern Canadian boreal forest. *Journal of Raptor Research*: 16-25.
- Covino, K.M., K.G. Horton, and S.R. Morris. 2020. Seasonally specific changes in migration phenology across 50 years in the Black-Throated Blue Warbler. *The Auk* 137, Issue 2, 1 April 2020, ukz080, <https://doi.org/10.1093/auk/ukz080>
- Covino, K.M., S.R. Morris, M. Shieldcastle, and P.D. Taylor. 2020. Spring migration of Blackpoll Warblers across North America. *Avian Conservation and Ecology*, 15(1), 17. <https://doi.org/10.5751/ACE-01577-150117>
- Crewe, T.L., J.E. Deakin, A.T. Beauchamp, and Y.E. Morbey. 2019. Detection range of songbirds using a stopover site by automated radio-telemetry. *Journal of Field Ornithology* 90(2):176-189. <https://doi.org/10.1111/jof.12291>
- Crewe, T.L., P.D. Taylor, and D. Lepage. 2015. Modeling systematic change in stopover duration does not improve bias in trends estimated from migration counts. *PLoS ONE* 10, no. 6 (June 18, 2015): e0130137. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130137>
- Cruickshank, I. and R. Melcer, Jr. 2010. Observation of a Red-shouldered Hawk on Vancouver Island, British Columbia, during fall migration. *British Columbia Birds* 20: 41-44.
- De Ruyck, C.C. 2009. Northern Saw-Whet Owls: Migration and population trends in Manitoba. MNRM thesis, Natural Resources Institute, University of Manitoba. 112 pp.
- Deakin, J.E., C.G. Guglielmo and Y.E. Morbey. 2019. Sex differences in migratory restlessness behavior in a Nearctic-Neotropical songbird. *The Auk* 136(3):1-13. <https://doi.org/10.1093/auk/ukz017>
- Debruyne, C.A., J.M. Hughes, and D.J.T. Hussell. 2006. Age-related timing and patterns of prebasic body molt in wood warblers (*Parulidae*). *Wilson Journal of Ornithology* 116: 374-379.
- Dick, M.F. 2017. The long haul: Migratory flight preparation and performance in songbirds. Ph.D. thesis, Department of Biology, Western University. <https://ir.lib.uwo.ca/etd/4520/>
- Dick, M.F. and C.G. Guglielmo. 2019. Dietary polyunsaturated fatty acids influence flight muscle oxidative capacity, but not endurance flight performance in a migratory songbird. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 316: R362-R375. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00206.2018>
- Dick, Morag F., C.G. Guglielmo. 2019. Flight muscle protein damage during endurance flight is related to energy expenditure but not dietary polyunsaturated fatty acids in a migratory bird. *Journal of Experimental Biology* 2019 222: jeb187708. <https://doi.org/10.1242/jeb.187708>
- Dossman, B.C., G.W. Mitchell, D.R. Norris, P.D. Taylor, C.G. Guglielmo, S.N. Matthews, and P.G. Rodewald. 2015. The effects of wind and fuel stores on stopover departure behaviour across a migratory barrier. *Behavioural Ecology* 27(2): 567-574.
- Dunn, E. H. 2018. Dynamics and population consequences of irruption in the Red-Breasted Nuthatch (*Sitta canadensis*). *The Auk: Ornithological Advances* 136, no. 2 (April 15, 2019).
- Dunn, E.H. 2002. A cross-Canada comparison of mass change in birds during migration stopover. *Wilson Bulletin* 114: 368-379.
- Dunn, E.H. 2003. Recommendations for fat scoring. *North American Bird Bander* 28: 58-63.
- Dunn, E.H., D.J.T. Hussell, C.M. Francis, and J.D. McCracken. 2004. A comparison of three count methods for monitoring songbird abundance during spring migration: capture, census and estimated totals. *Studies in Avian Biology* 29: 116-122.
- Dunn, E.H., K.A. Hobson, L.I. Wassenaar, D.J.T. Hussell, and M.L. Allen. 2006. Identification of summer origins of songbirds migrating through southern Canada in autumn. *Conservation and Ecology - Écologie et Conservation Des Oiseaux* 1 (2) (2006): 4. <http://www.ace-eco.org/vol1/iss2/art4>
- Dunn, P. O., and S. J.Hannon. 1992. Effects of food abundance and male parental care on reproductive success and monogamy in Tree Swallows. *The Auk* 109: 488-499.
- Dunn, P.O. 1989. The maintenance of monogamy in Black-billed Magpies and Tree Swallows. Ph.D. Department of Zoology, University of Alberta, Edmonton, AB. 114pp.
- Eng, M.L., B.J.M. Stutchbury, and C.A. Morrissey. A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. *Science* 365, no. 6458 (September 13, 2019): 1177-80. <https://doi.org/10.1126/science.aaw9419>
- Ethier, D.M. 2020. Population trends of monarch butterflies (*Lepidoptera: Nymphalidae*) migrating from the core of Canada's eastern breeding population. *Annals of the Entomological Society of America*, 2020. <https://doi.org/10.1093/aesa/saaa021>
- Falconer, C.M., G.W. Mitchell, P.D. Taylor, and D.C. Tozer. 2016. Prevalence of disjunct roosting in nesting Bank Swallows (*Riparia riparia*). *Wilson Journal of Ornithology* 128(2): 429-434.
- Farmer, C.J., R.J. Bell, B. Drolet, L.J. Goodrich, E. Greenstone, D. Grove, D.J.T. Hussell, D. Mizrahmi, F.J. Nicoletti, and J. Sodergren, 2008. Trends in autumn counts of migratory raptors in northeastern North America, 1974-2004. Pp 180-215 in: Bildstein K.L., J. Smith and E. Ruelas Inzunza (Eds.). *The State of North America's Birds of Prey*. Hawk Mountain Sanctuary, Orwigsburg, PA.



- Fellin, E.E. 2020. Ixodid tick effects on deer mice (*Peromyscus maniculatus*) hematology and ectoparasite community assemblages across populations of varying tick exposure. MSc thesis: Laurentian University.
- Flockhart, D.T.T. 2007. Migration timing of Canada Warblers near the northern edge of their breeding range. *Wilson Journal of Ornithology* 119: 712-716. <https://doi.org/10.1242/jeb.089763>
- Flockhart, D.T.T. 2010. Timing of events on the breeding grounds for five species of sympatric warblers. *Journal of Field Ornithology* 81: 373-382. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2010.00293.x>
- Fraser, K.C., A. Roberto-Charron, B. Cousens, M. Simmons, A. Nightingale, A.C. Shave, R.L. Cormier, and D.L. Humple. 2018. Classic pattern of leapfrog migration in Sooty Fox Sparrow (*Passerella iliaca unalaschecensis*) is not supported by direct migration tracking of individual birds. *The Auk* 135: 572-582. <https://doi.org/10.1642/AUK-17-224.1>
- Gagnon, C. 2007. Migratory connectivity and diet in Yellow-rumped Warblers: A stable isotope approach. University of Saskatchewan. MSc thesis, Department of Biology, University of Saskatchewan. 117 pp.
- Gagnon, C., and K.A. Hobson. 2009. Using isotopes to track frugivory in migratory passerines. *Canadian Journal of Zoology* 87: 982-992.
- Gagnon, F., J. Ibarzabal, J.-P. L. Savard, M. Bélisle, et P. Vaillancourt. 2011. Autumnal patterns of nocturnal passerine migration in the St. Lawrence estuary region, Quebec, Canada: a weather radar study. *Canadian Journal of Zoology* 89: 31-46.
- Gagnon, F., J. Ibarzabal, J.-P. L. Savard, P. Vaillancourt, M. Bélisle, and C. M. Francis. 2011. Weather effects on autumn nocturnal migration of passerines on opposite shores of the St. Lawrence estuary. *The Auk* 128: 99-112.
- Gagnon, F., M. Bélisle, J. Ibarzabal, P. Vaillancourt, and J.-P. Savard. 2010. A comparison between nocturnal aural counts of passerines and radar reflectivity from a Canadian weather surveillance radar. *The Auk* 127: 119-128.
- Gahbauer, M.A., C.M. Smith, M. Grosselet and G. J. Ruiz Michael. 2016. Influence of audio lures on capture rates of passerines during spring migration in Veracruz, Mexico. *North American Bird Bander* 41: 170-183
- Garcia Perez, Belen. 2012. Migratory connectivity and differential patterns of decline in Barn Swallow (*Hirundo rustica*) in North America: Potential effects of factors on breeding and wintering grounds. M.Sc. University of Saskatchewan.
- García-Pérez, B., and K.A. Hobson. 2014. A multi-isotope (d2H, d13C, d15N) approach to establishing migratory connectivity of Barn Swallow (*Hirundo rustica*). *Ecosphere* 5(2): 21. <https://doi.org/10.1890/ES13-00116.1>
- Gonzalez-Prieto, A.M. 2012. Factors influencing body condition and arrival phenology of Neotropical migrants at a northern spring stopover site. MSc Thesis, Department of Biology, University of Saskatchewan. 87 pp.
- Gonzalez-Prieto, A.M., and K.A. Hobson. 2013. Environmental conditions on wintering grounds influence spring body condition and arrival phenology of Neotropical migrants at a northern stopover site. *Journal of Ornithology* 154: 1067-1078.
- Gow, E.A., L. Burke, D.W. Winkler, S.M. Knight, D.W. Bradley, R.G. Clark, M. Belisle, et al. A range-wide domino effect and resetting of the annual cycle in a migratory songbird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 286, no. 20181916 (January 9, 2019). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1916>
- Gow, E.A., S.M. Knight, D.W. Bradley, R.G. Clark, M. Bélisle, T. Blake, D.W. Winkler, E.S. Bridge, L. Burke, R.D. Dawson, P. Dunn, D. Garant, G. Holroyd, A. Horn, O. Lansdorp, A.J. Laughlin, M. Leonard, F. Pelletier, D. Shutler, L.M. Siefferman, C.M. Taylor, H. Trefry, C. Vleck, D. Vleck, L. Berzins, L.A. Whittingham, and R. Norris. 2019. Effects of spring migration distance on Tree Swallow reproductive success within and among flyways. *Frontiers in Ecology and Evolution, section Behavioral and Evolutionary Ecology* 11 October 2019. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00380>
- Green, D.M. Amphibian breeding phenology trends under climate change: predicting the past to forecast the future. 2017. *Global Change Biology* 23: 646-656. <https://doi.org/10.1111/gcb.13390>
- Guglielmo, C. G., D. J. Cerasale, and C. Elder mire. 2005. A field validation of plasma metabolite profiling to assess refueling performance of migratory birds. *Physiological and Biochemical Zoology* 78: 116-125.
- Guigueno MF, MacDougall-Shackleton SA, Sherry DF. 2016. Sex and seasonal differences in hippocampal volume and neurogenesis in brood-parasitic brown-headed cowbirds (*Molothrus ater*). *Developmental Neurobiology* 76: 1275-1290.
- Guigueno MF, Sherry DF, MacDougall-Shackleton SA. 2016. Sex and seasonal differences in volume and neurogenesis of the song-control system are associated with song in brood-parasitic and non-brood-parasitic songbirds. *Developmental Neurobiology* 76: 1226-1240.
- Guigueno, M.F., D.A. Snow, S.A. MacDougall-Shackleton, D.F. Sherry. 2014. Female cowbirds have more accurate spatial memory than males. 10. *Biology Letters*. <http://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0026>
- Haché, S., E.M. Bayne, M.A. Villard, H. Proctor, C.S. Davis, D. Stralberg, and R. Krikun. 2017. Phylogeography of a migratory songbird across its Canadian breeding range: Implications for conservation units. *Ecology and Evolution*, 7(16), 6078-6088. <https://doi.org/10.1002/ece3.3170>





- Hamilton, R.M. 2012. Spatial and temporal activity of migratory bats at landscape features. MSc thesis. University of Western Ontario, London, ON, Canada.
- Hao, C., M.L. Eng, F. Sun, and C.A. Morrissey. 2018. Part-per-trillion LC-MS/MS determination of neonicotinoids in small volumes of songbird plasma. *Science of the Total Environment* 644 (December 10, 2018): 1080–87. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.317>
- Hobson, K.A. 1999. Stable-carbon and nitrogen isotope ratios of songbird feathers grown in two terrestrial biomes: implications for evaluating trophic relationships and breeding origins. *Condor* 101: 799-805.
- Hobson, K.A., H.L. Gibbs, H. den Haan, S. van Wilgenberg, and R.J.G. Dawson. 2000. Sexing hatching-year yellow warblers using plumage characteristics. *North American Bird Bander* 25: 8-12.
- Hobson, K.A., S.L. Van Wilgenburg, E.H. Dunn, D.J.T. Hussell, P.D. Taylor, and D.M. Collister. 2015. Predicting origins of passerines migrating through Canadian migration monitoring stations using stable-hydrogen isotope analyses of feathers: a new tool for bird conservation. *Avian Conservation and Ecology* 10 (1): 3. <http://www.ace-eco.org/vol10/iss1/art3/>
- Horn, L. 2020. Carry-over effects of overwinter climate and habitat productivity on spring arrival of migratory songbirds at a northern stopover site. M.Sc. thesis: York University.
- Horn, L.C., T.K. Rimmel, and B.J.M. Stutchbury. 2021. Weak evidence of carry-over effects of overwinter climate and habitat productivity on spring passage of migratory songbirds at a northern stopover site in Ontario. *Ornithological Applications* <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duab012>
- Hudon J., D. Derbyshire, S. Leckie, and T. Flinn. 2013. Diet-induced plumage erythris in Baltimore Orioles as a result of the spread of introduced shrubs. *Wilson Journal of Ornithology* 125: 88-96.
- Hudon, J., and R. Mulvihill. 2017. Diet-induced plumage erythris as a result of the spread of alien shrubs in North America. *North American Bird Bander* 42: 95-103.
- Hudson, M-A., M.A. Gahbauer, S. Leckie, and B. Frei. 2008. Unusually extensive preformative molt in hatching-year Song Sparrows. *North American Bird Bander* 33: 1-6.
- Huot, M., and J. Ibarzabal. 2007. A comparison of the age-class structure of black-backed woodpeckers found in recently burned and unburned boreal coniferous forests in eastern Canada. *Annales Zoologici Fennici* 49: 191-196.
- Hussell, D.J.T. 2003. Two more double-brooded Tree Swallows. *North American Bird Bander* 28: 49-51.
- Hussell, D.J.T. 2004. Determining productivity indices from age composition of migrants captured for banding: problems and possible solutions. *Studies in Avian Biology* 29: 82-91.
- Hussell, D.J.T., and S.J. Anderson. 1999. Longevity record for the Tree Swallow. *North American Bird Bander* 24: 6-8.
- Hussell, David J.T., and M. Brittingham. 2003. Climate change, spring temperatures, and timing of breeding of Tree Swallows (*Tachycineta bicolor*) in southern Ontario. *The Auk* 120: 607–618. <https://doi.org/10.1093/auk/120.3.607>
- Jarjour C., B. Frei, and K.H. Elliott. 2017. Associations between sex, age and species-specific climate sensitivity in migration. *Animal Migration* 4: 23-36.
- Jonasson, K.A. and C.G. Guglielmo. 2016. Sex differences in spring migration timing and body composition of Silver-haired Bats *Lasionycteris noctivagans*. *Journal of Mammalogy* 97(6): 1535-1542.
- Jones, J., and C.M. Francis. 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. *Journal of Avian Biology* 34: 328–333.
- Kardynal, K. J., D. M. Collister, and K. A. Hobson. 2018. Origins of Wilson's Warblers migrating through southwest Canada: Adding value to banding data by using stable isotopes and genetic markers. *Animal Migration* 2018: 5-17.
- Kardynal, K.J, D.M. Collister, and K.A. Hobson. 2018. Origins of Wilson's Warblers migrating through southwest Canada: adding value to banding data by using stable isotopes and genetic markers. *Animal Migration* 5: 17-28.
- Kennedy, L.V., Y.E. Morbey, S.A. Mackenzie, P.D. Taylor, and C.G. Guglielmo. 2016. A field test of the effects of body composition analysis by quantitative magnetic resonance on songbird stopover behaviour. *Journal of Ornithology* DOI 10.1007/s10336-016-1399-2.
- Kerr, K.C.R. 2011. Searching for evidence of selection in avian DNA barcodes. *Molecular Ecology Resources* 11: 1045-1055.
- Kishkinev, D., D. Heyers, B.K. Woodworth, G.W. Mitchell, K.A. Hobson, and D.R. Norris. Experienced migratory songbirds do not display goal-ward orientation after release following a cross-continental displacement: An automated telemetry study. *Scientific Reports* 6 (November 23, 2016): 37326. <https://doi.org/10.1038/srep37326>
- Knight, S. Constructing and evaluating a continent-wide migratory songbird network across the annual cycle. PhD thesis, University of Guelph.
- Knight, S.M., D.W. Bradley, R.G. Clark, E.A. Gow, M.B. Elisle, L.L. Berzins, T. Blake, E.S. Bridge, L. Burke, R.D. Dawson, P.O. Dunn, D. Garant, G.L. Holroyd, D.J.T. Hussell, O. Lansdorp, A.J. Laughlin, M.L. Leonard, F. Pelletier, D. Shutler, L. Siefferman, C.M. Taylor, H.E. Trefry, C.M. Vleck, D. Vleck, D.W. Winkler, L.A. Whittingham, and D.R. Norris. 2018. Constructing and evaluating a continent-wide migratory songbird network across the annual cycle. *Ecological Monographs* 88: 445-460.



- Knights, S.M., E.A. Gow, D.W. Bradley, R.G. Clark, M. Bélisle, L.L. Berzins, T. Blake, E.S. Bridge, L. Burke, R.D. Dawson, P.O. Dunn, D. Garant, G.L. Holroyd, D.J.T. Hussell, O. Lansdorp, A.J. Laughlin, M.L. Leonard, F. Pelletier, D. Shutler, L. Siefferman, C.M. Taylor, H.E. Trefry, C.M. Vleck, D. Vleck, L.A. Whittingham, D.W. Winkler, D.R. Norris. 2019. Non-breeding season movements of a migratory songbird are related to declines in resource availability. *The Auk* 136 (3). <https://doi.org/10.1093/auk/ukz028>
- Lambie, V. 2009. Noteworthy Distributional Records of Birds from the Mackenzie Region of Central British Columbia, 1995-2009. *Wildlife Afield* 6: 123-138.
- Landsborough, B.J., J.R. Foote, and D.J. Mennill. 2018. Decoding the 'zeep' complex: quantitative analysis of interspecific variation in the nocturnal flight calls of nine wood warbler species (*Parulidae* Spp.). *Bioacoustics* 28: 555-574. <https://doi.org/10.1080/09524622.2018.1509373>
- Laughlin, A.J., C.M. Taylor, D.W. Bradley, D. Leclair, R.C. Clark, R.D. Dawson, P.O. Dunn, A. Horn, M. Leonard, D.R. Sheldon, D. Shutler, L.A. Whittingham, D.W. Winkler, and R.D. Norris. 2013. Integrating information from geolocators, weather radar, and citizen science to uncover a key stopover area of an aerial insectivore. *The Auk* 130 (2):230-239.
- LeClair, D.L. 2012. Relative contributions of food abundance and temperature to annual reproductive success in two Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*) population over 35-years. MSc thesis, Biology. University of Guelph, Guelph, Ontario.
- Lehikoinen, A., A. Linden, M. Karlsson, A. Andersson, T.L. Crewe, E.H. Dunn, G. Gregory, L. Karlsson, V. Kristiansen, S. Mackenzie, S. Newman, J.E. Roer, C. Sharpe, L. V. Sokolov, Å. Steinholtz, M. Stervander, I-S. Tirri, and R.S. Tjornlov. 2019. Phenology of the avian spring migratory passage in Europe and North America: Asymmetric advancement in time and increase in duration. *Ecological Indicators* 101: 985-991.
- Lifshitz, Natalia. 2019. Ornamental colouration as an indicator of environmental pollution with application to the tree swallow (*Tachycineta bicolor*). Ph.D. thesis, Department of Biological Sciences, University of Alberta
- Ma, Y., B.A. Branfireun, K.A. Hobson, and C.G. Guglielmo. 2018. Evidence of negative seasonal carry-over effects of breeding ground mercury exposure on survival of migratory songbirds. *Journal of Avian Biology* 49 no. 3 (February 8, 2018). <https://doi.org/10.1111/jav.01656>
- Ma, Y., K.A. Hobson, K.J. Kardynal, C.G. Guglielmo, and B.A. Branfireun. 2020. Inferring spatial patterns of mercury exposure in migratory boreal songbirds: Combining feather mercury and stable isotope measurements. *Science of the Total Environment*, 116544. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143109>
- Mackenzie, S. 2008. Black Swift: first record for Ontario. *Ontario Birds* 26: 199–202.
- Marchand, Camille Bégin, André Desrochers, Junior A. Tremblay, and Pascal Côté. Comparing fall migration of three *Catbarus* species using a radio-telemetry network. *Animal Migration* 7, no. 1 (February 13, 2020): 1–9. <https://doi.org/10.1515/ami-2020-0001>
- Marra, P.P., C.M. Francis, R.S. Mulvihill, and F.R. Moore. 2005. The Influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia* 142: 307-315.
- Marshall, T.J., M.F. Dick, and C.G. Guglielmo. 2016. Seasonal dietary shifting in Yellow-rumped Warblers is unrelated to macronutrient targets. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A, Molecular & Integrative Physiology* 192: 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2015.11.014>
- Mazerolle, D. 2005. Environmental, ecological, and physiological factors influencing timing of arrival and stopover ecology of migrating passerines. University of Saskatchewan. PhD thesis, Department of Biology, University of Saskatchewan. 139 pp.
- Mazerolle, D., and K.A. Hobson. 2005. Estimating origins of short-distance migrant songbirds in North America: Contrasting inferences from hydrogen isotope measurements of feathers, claws, and blood. *Condor* 107: 280-288.
- Mazerolle, D., K.A. Hobson, and L.I. Wassenaar. 2005. Stable isotope and band-encounter analyses delineate migratory patterns and catchment areas of White-throated Sparrows at a migration monitoring station. *Oecologia* 144: 541-549.
- Mazerolle, D., S.G. Sealy and K.A. Hobson. 2011. Interannual flexibility in breeding phenology of a Neotropical migrant songbird in response to weather conditions at breeding and wintering areas. *EcoScience*, 18: 18-25. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2980/18-1-3345>
- Mazerolle, D.F., and K.A. Hobson. 2007. Patterns of differential migration in White-throated Sparrows evaluated with isotopic measurements of feathers. *Canadian Journal of Zoology* 85: 413-420
- Mazerolle, D.F., K. Dufour, K.A. Hobson, and H. den Haan. 2005. Effects of large-scale climatic fluctuations on survival and productivity of a Neotropical migrant songbird. *Journal of Avian Biology* 36: 155-163.
- McCabe, B.J. and C.G. Guglielmo. 2019. Migration takes extra guts for juvenile songbirds: energetics and digestive physiology during the first journey. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7:381. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00381>
- McEvoy, A.C. 2009. Evaluation of nocturnal flight calls as a useful tool in the study of avian migration. Honors Theses. Colby College. Paper 492.
- McGuire, L. P., C. G. Guglielmo, S. A. Mackenzie, and P. D. Taylor. 2012. Migratory stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, *Lasionycteris noctivagans*. *Journal of Animal Ecology* 81(2): 377-385.



- McGuire, L.P., K.A. Jonasson, C.G. Guglielmo. 2014. Bats on a budget: Torpor-assisted migration saves time and energy. *PLOS One* 9(12):e115724.
- McGuire, L.P., L.A. Kelly, D.E. Baloun, W.A. Boyle, T.L. Cheng, J. Clerc, N.W. Fuller, A.R. Gerson, K.A. Jonasson, E.J. Rogers, A.S. Sommers, and C.G. Guglielmo. 2018. Common condition indices are no more effective than body mass for estimating fat stores in insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, October 10, 2018. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy103>
- McKinney, R. 2004. Skull pneumatization in passerines: a table of last dates many passerines in the Northeast can be aged safely by skulling. *North American Bird Bander* 29: 164-170.
- Metcalfe, J., K.L. Schmidt, W. Bezner-Kerr, C.G. Guglielmo and S.A. MacDougall-Shackleton. 2013. Sparrows adjust feeding and nocturnal migratory restlessness in response to experimental manipulations of barometric pressure and temperature. *Animal Behaviour* 86: 1285-1290.
- Mills, A. M. 2005. Protogyny in autumn migration: do male birds 'play chicken'? *The Auk* 122: 71-81.
- Mills, A.M. 2005. Changes in the timing of spring and autumn migration in North American migrant passerines during a period of global warming. *Ibis* 147: 259-269.
- Mills, A.M., B.G. Thurber, S.A. Mackenzie, and P.D. Taylor. 2011. Passerines use nocturnal flights for landscape-scale movements during migration stopover. *The Condor* 113, no. 3 (August 1, 2011): 597-607. <https://doi.org/10.1525/cond.2011.100186>
- Mills, E. L., and L. Laviolette. 2011. Birds of Brier Island. *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science. Special Issue* 46(1), 109 pp.
- Milnes, E.L. 2018. Eco-epidemiology and treatment of babesiosis in cervids. Doctoral dissertation: University of Guelph. <https://hdl.handle.net/10214/14265>
- Milnes, E.L., G. Thornton, A.N. Léveillé, P. Delnatte, J.R. Barta, D.A. Smith, and N. Nemeth. 2019. *Babesia odocoilei* and zoonotic pathogens identified from *Ixodes scapularis* ticks in southern Ontario, Canada. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, February 27, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.02.016>
- Morales, A., B. Frei, C. Leung, R. Titman, S. Whelan, Z.M. Benowitz-Fredericks, and K.H. Elliott. 2020. Point-of-care blood analyzers measure the nutritional state of eighteen free-living bird species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 240. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.110594>
- Morbey, Y.E., A.T. Beauchamp, S.J. Bonner, and G.W. Mitchell. 2020. Evening locomotor activity during stopover differs on pre-departure and departure days in free-living songbirds. *Journal of Avian Biology* 51. <https://doi.org/10.1111/jav.02448>
- Morbey, Y.E., C.G. Guglielmo, P.D. Taylor, I. Maggini, J. Deakin, S.A. Mackenzie, J.M. Brown and L. Zhao. 2018. Evaluation of sex differences in the stopover behavior and postdeparture movements of wood-warblers. *Behavioral Ecology* 29:117-127. <https://doi.org/10.1093/beheco/arx123>
- Morris, S.R., K.M. Covino, J.D. Jacobs, and P.D. Taylor. 2016. Fall migratory patterns of the Blackpoll Warbler at a continental scale. *The Auk* 133: 41-51. <https://doi.org/10.1642/AUK-15-133.1>
- Mouritsen, H., R. Derbyshire, J. Stalleicken, O.O. Mouritsen, B.J. Frost, and D.R. Norris. 2013. An experimental displacement and over 50 years of tag-recoveries show that monarch butterflies are not true navigators. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 110 (18):7348-7353.
- Nip, E.J., B. Frei, and K.H. Elliot. 2018. Seasonal and temporal variation in scaled mass index of Black-capped Chickadees (*Poecile atricapillus*). *Canadian Field-Naturalist* 132: 368-377.
- Nordell, C.J., S. Haché, E.M. Bayne, P. Sólomos, K.R. Foster, C.M., Godwin, and K.A. Hobson. 2016. Within-site variation in feather stable hydrogen isotope ( $\delta^2\text{Hf}$ ) values of boreal songbirds: Implications for assignment to molt origin. *PLoS ONE*, 11(11), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163957>
- Ogden, N.H., L.R. Lindsay, K. Hanincova, K. Barker, M. Bigras-Poulin, D.F. Charron, A. Heagy, C.M. Francis, C.J. O'Callaghan, I. Schwartz, and R.A. Thompson. 2008. Role of migratory birds in introduction and range expansion of *Ixodes scapularis* ticks and of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in Canada. *Applied and Environmental Microbiology* 74: 1780-1790.
- Oliver, R.Y., P.J. Mahoney, E. Gurarie, N. Krikun, B.C. Weeks, M. Hebblewhite, G. Liston, and N. Boelman. 2020. Behavioral responses to spring snow conditions contribute to long-term shift in migration phenology in American robins. *Environmental Research Letters*, 15(4), 045003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab71a0>
- Parada, I.A. 2017. Stopover movement patterns by Blackpoll and Canada Warblers across south-eastern Canada during fall migration: an automated radio-telemetry study. M.Sc. Thesis: Trent University.
- Priestley, C., and L. Priestley. 2005. Results of a Northern Saw-whet Owl Migration Monitoring Pilot Study in Central Alberta, Canada. *Western Birds* 36(4):303-309.
- Priestley, C.E. 2008. Movements of the Northern Saw-whet Owl. MSc thesis. Wildlife Ecology and Management, Department of Renewable Resources, University of Alberta. Edmonton, Alberta.
- Priestley, L., C. Priestley, and G.L. Holroyd. 2008. A Short-eared Owl invasion at Beaverhill Lake, Alberta in winter 2005-06. *Blue Jay* 66: 131-138.
- Priestley, L.T. and Priestley, C. 2013. Long-eared Owl nesting phenology and habitat in central Alberta. *Blue Jay* 71:124-131.
- Priestley, L.T., C. Priestley, D.M. Collister, D. Zazelenchuk, and



- M. Hanneman. 2010. Encounters of Northern Saw-whet Owls (*Aegolius acadicus*) from banding stations in Alberta and Saskatchewan, Canada. *Journal of Raptor Research* 44: 300-310. <https://doi.org/10.3356/JRR-09-25.1>
- Robichaund, C.D. and R.C. Rooney. 2017. Long-term effects of a *Phragmites australis* invasion on birds in a Lake Erie coastal marsh. *Journal of Great Lakes Research* 43(3): 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2017.03.018>
- Savard, J.-P., M. Cousineau, and B. Drolet. 2011. Exploratory analysis of correlates of the abundance of Rusty Blackbirds (*Euphagus carolinus*) during fall migration. *Écoscience* 18: 402-408.
- Scott, J.D., and L.A. Durden. 2015. New records of the Lyme disease bacterium in ticks collected from songbirds in central and eastern Canada. *International Journal of Acarology* 41: 241-249.
- Scott, J.D., E.L. Pascoe, M.S. Sajid, and J.E. Foley. 2020. Detection of *Babesia odocoilei* in *Ixodes scapularis* ticks collected from songbirds in Ontario and Quebec, Canada. *Pathogens* 9, no. 10 (October 2020): 781. <https://doi.org/10.3390/pathogens9100781>
- Scott, J.D., J.F. Anderson, and L.A. Durden. 2012. Widespread dispersal of *Borrelia burgdorferi*-infected ticks collected from songbirds across Canada. *Journal of Parasitology* 98: 49-59.
- Scott, J.D., K.L. Clark, J.E. Foley, B.C. Bierman, and L.A. Durden. 2018. Far-reaching dispersal of *Borrelia burgdorferi* sensu lato-infected blacklegged ticks by migratory songbirds in Canada. *Healthcare* 6: 89.
- Scott, J.D., K.L. Clark, J.E. Foley, J.F. Anderson, B.C. Bierman, and L.A. Durden. 2018. Extensive distribution of the Lyme Disease bacterium, *Borrelia burgdorferi* sensu lato, in multiple tick species parasitizing avian and mammalian hosts across Canada. *Healthcare* 6: 131.
- Scott, J.D., K.L. Clark, N.M. Coble, and T.R. Ballantyne. 2019. Detection and transstadial passage of *Babesia* species and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in ticks collected from avian and mammalian Hosts in Canada. *Healthcare* 7: 155.
- Seewagen, C.L., Ma, Y., Morbey, Y.E. and C.G. Guglielmo. 2019. Stopover departure behavior and flight orientation of spring-migrant Yellow-rumped Warblers (*Setophaga coronata*) experimentally exposed to methylmercury. *Journal of Ornithology* <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01641-2>
- Shutler, D., D.J.T. Hussell, D.R. Norris, D.W. Winkler, R.J. Robertson, F. Bonier, W.B. Rendell, M. Bélisle, R.G. Clark, R.D. Dawson, N.T. Wheelwright, M.P. Lombardo, P.A. Thorpe, M.A. Truan, R. Walsh, M.L. Leonard, A.G. Horn, C.M. Vleck, D. Vleck, A.P. Rose, L.A. Whittingham, P.O. Dunn, K.A. Hobson, and M.T. Stanback. 2012. Spatiotemporal patterns in nest box occupancy by Tree Swallows across North America. *Avian Conservation and Ecology* 7(1): Article 3.
- Simmons, M. 2020. Survival and winter site fidelity of Sooty Fox Sparrows on southern Vancouver Island, British Columbia. *British Columbia Birds* 30: 2-6.
- Taylor, P.D., S.A. Mackenzie, B.G. Thurber, A.M. Calvert, A.M. Mills, L.P. McGuire, and C.G. Guglielmo. Landscape movements of migratory birds and bats reveal an expanded scale of stopover. *PloS One* 6, no. 11 (2012): e27054. <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0027054.g003>
- Thomas, L., G.R. Geupel, N. Nur, and G. Ballard. 2004. Optimizing the allocation of count days in a migration monitoring program. *Studies in Avian Biology* 29: 97-111.
- Van Wilgenburg, S.L. and K.A. Hobson. 2011. Combining stable-isotope (dD) and band recovery data to improve probabilistic assignment of migratory birds to origin. *Ecological Applications* 21: 1340-1351.
- Wilson, S., K. A. Hobson, D. M. Collister, and A. G. Wilson. 2008. Breeding destinations and spring migration patterns of Swainson's Thrush (*Catharus ustulatus*) at a Costa Rican stopover site. *The Auk* 125: 95-104.
- Wilson, S., K.A. Hobson, D. M. Collister, and A.G. Wilson. 2008. Spring migratory stopover of Swainson's Thrush along the Pacific coast of southwest Costa Rica. *Wilson Journal of Ornithology* 120: 74-84.
- Winkler, D.W., K.M. Ringelman, P.O. Dunn, L. Whittingham, D.J.T. Hussell, R.G. Clark, R.D. Dawson, L.S. Johnson, A. Rose, S.H. Austin, W.D. Robinson, M.P. Lombardo, P.A. Thorpe, D. Shutler, R.J. Robertson, M. Stager, M. Leonard, A.G. Horn, J. Dickson, V. Ferretti, V. Massoni, F. Bulit, J.C. Reboreda, Q. M. Liljestrom, E. Rakhimberdiev, and D.R. Ardia. 2014. Latitudinal variation in clutch size-lay date regressions in *Tachycineta* swallows: effects of food supply or demography. *Ecography* 37(7): 670-678.
- Wolfe, J., and P. Pyle. 2011. First evidence for eccentric prealternate molt in the Indigo Bunting: possible implications for adaptive molt strategies. *Western Birds* 42: 257-262.
- Woodworth, B.K., C.M. Francis, and P.D. Taylor. 2014. Inland flights of young Red-Eyed Vireos *Vireo olivaceus* in relation to survival and habitat in a coastal stopover landscape. *Journal of Avian Biology* 45, no. 4 (July 1, 2014): 387-95. <https://doi.org/10.1111/jav.00276>
- Woodworth, B.K., G.W. Mitchell, D.R. Norris, C.M. Francis, and P.D. Taylor. 2014. Patterns and correlates of songbird movements at an ecological barrier during autumn migration assessed using landscape-and regional-scale automated radiotelemetry. *Ibis*, 2014. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ibi.12228/full>
- Yap, K.N., M.F. Dick, C.G. Guglielmo and T.D. Williams. 2018. Effects of experimental manipulation of hematocrit and hemoglobin on exercise performance in high and low altitude conditions. *Journal of Experimental Biology* 221: 191056. <https://doi.org/10.1242/jeb.191056>



# Appendix 2

## Annexe 2

# Species well-monitored by CMMN-RCSM

# Espèces bien surveillées par le RCSM

Species monitored at each observatory in the season(s) in which the species is classified as a *Regular Migrant* (see Table 1)."

Observatories are arranged west to east by longitude. Seasons of coverage: spring = ●, fall = ●, both seasons = ‡. Species marked with asterisk (\*) are those for which BBS from 2007–2017 covered ≤ 50% of the Canadian breeding range.

Oiseaux bien surveillés de la catégorie *Migrateur régulier* qui se déplacent sur un large front et pour lesquels les tendances sur 10 ans (2008–2018) représentent un changement sur une vaste région (voir le tableau 1).

Les observatoires sont listés de l'ouest vers l'est selon leur degré de longitude. Saisons de couverture : printemps = ●, automne = ●, les deux saisons = ‡. Les noms suivis d'un astérisque (\*) désignent des espèces boréales dont la moitié tout au plus (≤ 50%) de l'aire de nidification au Canada était couverte par le BBS de 2007 à 2017.



English Name Nom anglais	French Name Nom français	Latin Name Nom latin	1. TLBBS	2. ACBO	3. TLBO	4. RPBO	6. MNO	7. VLBO	8. LSLBO	9. IBO	10. BBO	11. LMBO	14. TCBO	15. PIBO	16. BPBO	17. LPBO	18. HBO	20. TTPBRS	21. PEPBO	22. IPBO	23. MBO	24b. OOT	
Snow Goose	Oie des neiges	<i>Anser caerulescens</i>																					●
Band-tailed Pigeon	Pigeon à queue barrée	<i>Patagioenas fasciata</i>			●																		
Common Nighthawk*	Engoulevent d'Amérique*	<i>Chordeiles minor*</i>										●											
Chimney Swift	Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>											●		‡		●						
Vaux's Swift*	Martinet de Vaux*	<i>Chaetura vauxi*</i>			●																		
Ruby-throated Hummingbird	Colibri à gorge rubis	<i>Archilochus colubris</i>											●		‡							●	
Common Loon	Plongeon huard	<i>Gavia immer</i>															●						
Turkey Vulture	Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>			●							●			‡								
Osprey*	Balbuzard pêcheur*	<i>Pandion haliaetus*</i>	●									●											●
Golden Eagle*	Aigle royal*	<i>Aquila chrysaetos*</i>	●																				●
Northern Harrier*	Busard des marais*	<i>Circus hudsonius*</i>	●									●											
Sharp-shinned Hawk*	Épervier brun*	<i>Accipiter striatus*</i>	●	●			●					‡	●	●	‡			●					●
Cooper's Hawk	Épervier de Cooper	<i>Accipiter cooperii</i>			●										‡								
Northern Goshawk*	Autour des palombes*	<i>Accipiter gentilis*</i>																					●
Broad-winged Hawk*	Petite Buse	<i>Buteo platypterus</i>										●											●
Red-tailed Hawk*	Buse à queue rousse*	<i>Buteo jamaicensis*</i>	●																				●
Northern Saw-whet Owl*	Petite Nyctale*	<i>Aegolius acadicus*</i>										●							●				
Yellow-bellied Sapsucker*	Pic maculé*	<i>Sphyrapicus varius*</i>										●	●		‡		●	●		●		●	
Downy Woodpecker*	Pic mineur*	<i>Dryobates pubescens*</i>																					●
Northern Flicker*	Pic flamboyant*	<i>Colaptes auratus*</i>						●				●	●	‡		‡	‡						
American Kestrel*	Crécerelle d'Amérique*	<i>Falco sparverius*</i>	●									●			●								●
Merlin*	Faucon émerillon*	<i>Falco columbarius*</i>	●			●									‡								●
Peregrine Falcon*	Faucon pèlerin*	<i>Falco peregrinus*</i>	●												●								●
Great Crested Flycatcher	Tyrann huppé	<i>Myiarchus cineritus</i>														‡							
Eastern Kingbird	Tyrann tritri	<i>Tyrannus tyrannus</i>						●				‡											
Olive-sided Flycatcher*	Moucherolle à côtés olive*	<i>Contopus cooperi*</i>										●											
Western Wood-Pewee*	Pioui de l'Ouest*	<i>Contopus sordidulus*</i>							●														
Eastern Wood-Pewee	Pioui de l'Est	<i>Contopus virens</i>													●		‡						
Yellow-bellied Flycatcher*	Moucherolle à ventre jaune*	<i>Empidonax flaviventris*</i>												‡	●	‡	‡						●
Traill's Flycatcher	M. des saules ou des aulnes	<i>Empidonax traillii</i>	●		●			●		●	●	‡		‡	●	●							●
Least Flycatcher*	Moucherolle tchébec*	<i>Empidonax minimus*</i>						●	‡				‡	●	‡	●	‡	‡					‡
Hammond's Flycatcher*	Moucherolle de Hammond*	<i>Empidonax hammondi*</i>				●	●																
Eastern Phoebe	Moucherolle phébi	<i>Sayornis phoebe</i>												●	●		●	●					
Blue-headed Vireo	Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>											‡	‡	‡		●	‡		●			●
Philadelphia Vireo	Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>												●	‡	●	●	●					●
Warbling Vireo*	Viréo mélodieux*	<i>Vireo gilvus*</i>						●					●		‡								
Red-eyed Vireo	Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>									●		‡	‡	‡		‡	●					
Blue Jay	Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>													●								
American Crow	Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>																					●
Horned Lark	Alouette hausse-col	<i>Eremophila alpestris</i>											●										
Bank Swallow	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>										●		●									

\* Species for which BBS from 2007–2017 covered ≤ 50% of the Canadian breeding range.  
\* Espèces boréales dont la moitié tout au plus (≤ 50%) de leur aire de nidification au Canada était couverte par le BBS de 2007 à 2017.

Seasons of coverage: spring = ●; fall = ●; both seasons = ‡.  
Saisons de couverture : printemps = ●; automne = ●; les deux saisons = ‡.

TLBBS = Teslin Lake; ACBO = Albert Creek; TLBO = Tatlayoko Lake; RPBO = Rocky Point; MNO = MacKenzie; VLBO = Vaseux Lake; LSLBO = Lesser Slave Lake; IBO = Inglewood; BBO = Beaverhill; LMBO = Last Mountain Lake; TCBO = Thunder Cape; PIBO = Pelee Island; BPBO = Bruce Peninsula; LPBO = Long Point; HBO = Haldimand (Ruthven); TTPBRS = Tommy Thompson; PEPBO = Prince Edward Point; IPBO = Innis Point; MBO = McGill; OOT = Tadoussac.





Canadian Migration  
Monitoring Network



Réseau canadien  
de surveillance  
des migrations