Document généré le 11 oct. 2024 23:09

Le Naturaliste canadien

Abondance de l'épervier brun en migration automnale : relations avec l'oscillation nord-atlantique et l'abondance de ses proies

Jean-Pierre L. Savard, Pascal Côté et Junior A. Tremblay

Volume 139, numéro 1, hiver 2015

Les oiseaux de proie

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1027667ar
DOI : https://doi.org/10.7202/1027667ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (imprimé)
1929-3208 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Savard, J.-P. L., Côté, P. & Tremblay, J. A. (2015). Abondance de l'épervier brun en migration automnale : relations avec l'oscillation nord-atlantique et l'abondance de ses proies. *Le Naturaliste canadien*, *139*(1), 24–29. https://doi.org/10.7202/1027667ar

Résumé de l'article

La forêt boréale se caractérise par une diversité de cycles de productivité qui affectent les chaînes trophiques, lesquelles sont en partie affectées par le climat. Nous avons analysé les données de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac pour l'épervier brun (*Accipiter striatus*) entre 1996 et 2010 en lien avec l'indice climatique de l'Oscillation nord-atlantique (ONA), les précipitations estivales et l'abondance de proies potentielles. À l'automne, les éperviers bruns juvéniles ont migré plus tôt que les adultes et les déplacements des 2 groupes ne se sont pas chevauchés. L'abondance automnale de l'épervier brun, principalement celle des juvéniles, était positivement corrélée avec l'indice climatique de l'ONA de l'hiver précédent, et négativement avec les précipitions des mois de juin et juillet, lesquelles sont reliées à l'indice de l'ONA. De plus, nos résultats ont révélé des corrélations positives entre l'abondance de l'épervier brun lors de la migration d'automne et l'abondance de proies potentielles en période estivale, principalement celle de la grive à dos olive (*Catharus ustulatus*) et du junco ardoisé (*Junco hyemalis*). La corrélation positive entre l'abondance d'éperviers bruns et l'ONA de l'hiver précédent suggère que le climat influence probablement la dynamique de population de l'espèce. Les hivers doux et enneigés sont souvent suivis d'un été pluvieux, qui se caractérise par une production moindre de jeunes éperviers. Cela semble lié à la disponibilité de proies pour les éperviers adultes puisque les proies principales sont également moins nombreuses lors d'étés avec une pluviosité supérieure à la normale.

Tous droits réservés © La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, 2015

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Abondance de l'épervier brun en migration automnale : relations avec l'oscillation nord-atlantique et l'abondance de ses proies

Jean-Pierre L. Savard, Pascal Côté et Junior A. Tremblay

Résumé

La forêt boréale se caractérise par une diversité de cycles de productivité qui affectent les chaînes trophiques, lesquelles sont en partie affectées par le climat. Nous avons analysé les données de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac pour l'épervier brun (*Accipiter striatus*) entre 1996 et 2010 en lien avec l'indice climatique de l'Oscillation nord-atlantique (ONA), les précipitations estivales et l'abondance de proies potentielles. À l'automne, les éperviers bruns juvéniles ont migré plus tôt que les adultes et les déplacements des 2 groupes ne se sont pas chevauchés. L'abondance automnale de l'épervier brun, principalement celle des juvéniles, était positivement corrélée avec l'indice climatique de l'ONA de l'hiver précédent, et négativement avec les précipitions des mois de juin et juillet, lesquelles sont reliées à l'indice de l'ONA. De plus, nos résultats ont révélé des corrélations positives entre l'abondance de l'épervier brun lors de la migration d'automne et l'abondance de proies potentielles en période estivale, principalement celle de la grive à dos olive (*Catharus ustulatus*) et du junco ardoisé (*Junco hyemalis*). La corrélation positive entre l'abondance d'éperviers bruns et l'ONA de l'hiver précédent suggère que le climat influence probablement la dynamique de population de l'espèce. Les hivers doux et enneigés sont souvent suivis d'un été pluvieux, qui se caractérise par une production moindre de jeunes éperviers. Cela semble lié à la disponibilité de proies pour les éperviers adultes puisque les proies principales sont également moins nombreuses lors d'étés avec une pluviosité supérieure à la normale.

Mots clés : *Accipiter striatus*, climat, écosystème boréal, épervier brun, migration

Abstract

The boreal forest is characterized by a range of productivity cycles that affect food webs, which, in turn, are also partly affected by climate. We analysed sharp-shinned hawk (*Accipiter striatus*) data collected at the Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (Tadoussac, Québec) between 1996 and 2010 taking into consideration the North Atlantic Oscillation (NAO) (a climate index), local summer precipitation and prey abundance. Fall migration of juvenile sharp-shinned hawks occurred earlier than that of adults, and the migration periods of the 2 age groups did not overlap. The fall abundance of sharp-shinned hawks, and especially of juveniles, was positively correlated with the NAO index for the previous winter and negatively correlated with precipitation figures for June and July (which were also correlated with the NAO). Our results also show a positive correlation between summer prey abundance, especially of Swainson's thrush (*Catharus ustulatus*) and dark-eyed junco (*Junco hyemalis*), and fall abundance of sharp-shinned hawks. The positive correlation between the fall abundance of sharp-shinned hawks and the NAO index for the preceding winter, suggests that climate influences the population dynamics of this species. Mild winters with abundant snowfall are often followed by wet summers that result in a lower production of young sharp-shinned hawks. This seems to be related to the lower availability of prey during summers with above normal precipitation levels.

Keywords: *Accipiter striatus*, boreal ecosystem, climate, migration, sharp-shinned hawk

Introduction

L'écosystème boréal se caractérise par une grande variété de cycles d'abondance végétatifs et fauniques. Certains sont assez réguliers (Krebs et collab., 2001; Cheveau et collab., 2004) alors que d'autres, comme ceux des épidémies d'insectes, sont plus variables (Candau et collab., 1998; Myers, 1998). Ces grandes fluctuations annuelles dans l'abondance de ressources influencent la dynamique de plusieurs niveaux trophiques incluant les prédateurs. Les causes de ces cycles sont encore le sujet de plusieurs débats, mais sont probablement reliées en partie aux fluctuations dans la productivité primaire annuelle et aux interactions entre proies et prédateurs (Krebs et collab., 2001). La production primaire en forêt boréale, la dynamique des liens trophiques et la survie de plusieurs organismes sont aussi influencées par le climat (Grosbois et collab., 2008; White, 2008). Par exemple, le climat synchronise la productivité de plantes, d'insectes et d'oiseaux sur de grands territoires (Jones et collab., 2003; Saether et collab., 2007), les hivers avec de fortes précipitations de neige favorisent la survie

Jean-Pierre L. Savard est chercheur émérite à Environnement Canada alors que Pascal Côté est le directeur de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac. Junior A. Tremblay travaille comme chercheur scientifique à Environnement Canada.

jean-pierre.savard@ec.gc.ca

des campagnols (Boonstra et Krebs, 2006) et les étés pluvieux réduisent la production de jeunes de la plupart des oiseaux (Newton, 1998). Le climat peut synchroniser la dynamique de processus écologiques ainsi que la dynamique des populations végétales et animales sur des centaines, voire des milliers de kilomètres (Jones et collab., 2003), ce que l'on nomme l'effet Moran (p. ex. Saether et collab., 2007).

L'oscillation nord-atlantique (ONA) concerne des variations de la différence de la pression atmosphérique entre l'Islande et les îles Açores, différence qui affecte la force et la direction des vents entre l'Amérique du Nord et le nord de l'Europe (Hurrel, 1995) et amène des changements au niveau des températures et des précipitations des 2 côtés de l'Atlantique. L'indice climatique qui en dérive est notamment lié aux conditions climatiques de la forêt boréale de l'est de l'Amérique du Nord (Mysterud et collab., 2003; Hurrell et Deser, 2009). Un indice négatif indique, pour la forêt boréale de l'Est, des hivers plus chauds et des chutes de neige plus abondantes que la normale, alors qu'un indice hivernal positif indique des hivers plus froids que la normale avec peu de précipitations. Cependant, ces conditions sont inversées pour l'est des États-Unis, c'est-à-dire que lorsqu'il fait plus chaud que la normale en forêt boréale, il fait plus froid que la normale dans l'est des États-Unis. Plusieurs études ont mis en évidence des relations entre cet indice et la dynamique de l'écosystème boréal (Post et collab., 1999; Ottersen et collab., 2001; Blenkner et Hillebrand, 2002). Hallett et collab. (2004) suggèrent que les indices climatiques tels que l'ONA prédisent mieux les processus écologiques que les données météorologiques locales (température et précipitations); ces indices globaux, qui simplifient la mesure du climat, possèdent des avantages mais aussi des inconvénients puisque leur relation avec les conditions météorologiques locales n'est pas toujours évidente (Senseth et collab., 2003).

L'épervier brun (*Accipiter striatus*) est, selon des données de migration automnale, parmi les rapaces diurnes les plus abondants à l'échelle du continent nord-américain (Bildstein et collab., 2008; Berthiaume et collab., 2009). Bien que l'espèce niche dans une grande variété de peuplements forestiers, une part importante de son aire de répartition est située dans la forêt boréale (Bildstein et Meyer, 2000). Cette répartition, combinée à un régime alimentaire composé principalement de passereaux (Storer, 1966; Duncan, 1980; Roth et collab., 2006), pourrait le rendre sensible aux fluctuations annuelles du climat et de la productivité des écosystèmes boréaux (Schmidt et Ostfeld, 2003; Bolgiano, 2006), tel qu'observé pour d'autres espèces de rapaces (Doyle et Smith. 1994; Dawson et Bortolotti, 2000; Millon et collab., 2009). D'autre part, il est bien connu que la population d'épervier brun nichant dans la forêt boréale canadienne est exclusivement migratrice et que les individus provenant de l'Ontario et du Québec tendent à hiverner majoritairement le long de la côte atlantique et dans le sud-est des États-Unis (Dunn et collab., 2009). Ce patron de migration fait en sorte que les aires de nidification et d'hivernage des éperviers bruns nichant dans l'est du Québec peuvent toutes les 2 être potentiellement affectées par l'ONA.

L'objectif de cette étude était de déterminer si les fluctuations annuelles des éperviers bruns dénombrés à l'automne à la limite sud de l'écosystème boréal du Québec étaient corrélées avec : 1) l'indice climatique de l'ONA (celui de l'hiver précédant la migration); 2) les précipitations estivales dans les aires de nidification et 3) l'abondance estivale et automnale de proies potentielles.

Méthodes

Nous avons analysé 15 ans (1996-2010) de données de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (OOT) portant sur le passage automnal de rapaces diurnes et d'oiseaux boréaux. Cet observatoire est situé à environ 3 km à l'est de l'embouchure de la rivière Saguenay (48° 08' 46,22'' N; 69° 40' 10,99'' O), dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau jaune (sous-domaine de l'Est), à la limite de la forêt boréale continue (Saucier et collab., 2003). L'OOT dénombre les oiseaux à l'automne de façon standardisée depuis 1994 (Ibarzabal, 1999; Savard et Ibarzabal, 2001; Ibarzabal et collab., 2009). Chaque jour entre 8 h et 13 h, du 24 août au 25 novembre, 2 observateurs dénombrent activement les oiseaux à l'aide de jumelles (8 × 32) ou d'un télescope (variable de 20 à 60 ×) suivant la méthode établie par Broun dans les années 1930 (Broun, 1935, 1949). Les recensements sont effectués à partir de 2 sites d'observation, l'un le long de la côte du fleuve Saint-Laurent et l'autre à 1,8 km à l'intérieur des terres (2 observateurs (1 par site) qui alternent entre les sites et qui sont en constante communication afin d'éviter les dédoublements). Pour les oiseaux de proie, la classe d'âge des oiseaux, soit adultes ou juvéniles (jeunes de l'année), est notée lorsque c'est possible.

Oscillation nord-atlantique et précipitations estivales

Nous avons utilisé l'indice régulier hivernal (moyenne de décembre, janvier, février et mars) de l'ONA de l'hiver précédent (Stenseth et collab., 2003; Hurrell et Deser, 2009) pour nos analyses. L'indice hivernal est celui qui est le plus variable en termes de fluctuations et qui semble avoir le plus d'influence sur les écosystèmes (Ottersen et collab. 2001, Blenckner et Hillebrand, 2002).

Nous avons aussi utilisé comme variable, les données de précipitations totales en juin et juillet pour la station de Baie-Comeau (49° 15' 33,000" N; 68° 08' 45,000" O) comme mesure des précipitations estivales de la forêt boréale de l'Est, les valeurs des autres stations situées à proximité étant corrélées à celle de Baie-Comeau (par exemple Bagotville : $r = 0,82$, $n = 15$). Ces 2 mois correspondent à la période de nidification des éperviers bruns et de leurs proies, période pendant laquelle les oisillons sont le plus vulnérables aux intempéries (Kostrzewa et Kostrzewa, 1990).

Proies potentielles de l'épervier brun

L'épervier brun s'alimente principalement d'oiseaux, et particulièrement de passereaux (Storer 1966), bien qu'il puisse également se nourrir de petits mammifères et d'insectes

(Bildstein et Meyer, 2000). Pour quantifier l'abondance estivale et automnale des proies potentielles de l'épervier brun à l'échelle de la forêt boréale de l'est du Québec, nous avons utilisé respectivement l'abondance de passereaux recensés lors des Relevés des oiseaux nicheurs (RON; *Breeding bird survey*; BBS) (Robbins et collab., 1986) et l'abondance du merle d'Amérique (*Turdus migratorius*), une proie importante durant la migration et l'hiver (Storer, 1966; Roth et collab., 2006), estimée pendant les décomptes de migrations automnales à l'OOT. Les inventaires RON sont effectués en juin ou au début de juillet sur un parcours permanent divisé en 50 points d'écoute de 3 min distancés de 0,8 km. Nous avons examiné toutes les routes situées en zone boréale au nord du fleuve Saint-Laurent dans un rayon de 300 km à partir de Tadoussac (Koenig et Knops, 2000). À partir de cette zone, nous avons sélectionné les routes ayant plus de 10 ans de relevés entre 1996 et 2010, ce qui a résulté par la rétention de 2 routes localisées à l'ouest de la rivière Saguenay, l'une à Saint-Urbain (n = 15; 1996-2010) et la seconde au cœur de la réserve faunique des Laurentides (n = 12; 1996-2000 et 2003-2009). Comme l'épervier brun semble s'alimenter des espèces les plus abondantes en période de nidification (Joy et collab. 1994; Bildstein et Meyer, 2000), nous avons retenu les 4 espèces de passereaux les plus abondantes de chaque route pour les analyses : bruant à gorge blanche (*Zonotrichia albicollis*) et grive à dos olive (*Catharus ustulatus)* pour les 2 routes, merle d'Amérique (Saint-Urban) et junco ardoisé (*Junco hyemalis*) (Réserve faunique des Laurentides).

Mesures de la durée de la période migratoire de l'épervier brun

Chaque automne, nous avons mesuré la date à laquelle 25, 50 et 75 % des éperviers bruns ont migré par Tadoussac. Nous avons utilisé le nombre de jours entre le passage de 25 et 75 % des effectifs comme mesure de durée de la migration.

Traitement des données

Nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Pearson comme une mesure de l'intensité d'association entre 2 variables (Zar, 1974). Nous avons utilisé le logiciel R Version 2.15.1 (R Core Team, 2013) et les nombres non transformés pour ces corrélations.

Résultats

Chronologie de la migration automnale chez l'épervier brun

Entre 1996 et 2010, les juvéniles de l'épervier brun ont migré plus tôt que les adultes et les déplacements des 2 groupes ne se sont pas chevauchés (figure 1). La durée de la période migratoire a varié d'une année à l'autre et selon l'âge des oiseaux. La durée de la période migratoire des juvéniles (étendue = 6-21 jours) avait tendance à être négativement corrélée avec celle des adultes (étendue = 3-24 jours; r = -0,66; n = 8; P = 0,076) et négativement avec la proportion de juvéniles dans la migration automnale (r = -0,76, n = 8). La durée de la période migratoire des adultes était positivement corrélée avec la proportion de juvéniles dénombrés à l'automne (r = 0,76). L'absence de chevauchement entre la période de migration des juvéniles et celle des adultes, parmi les oiseaux dont l'âge a pu être déterminé, nous a amenés à considérer que tous les oiseaux migrant avant le 27 septembre (jour julien 270) étaient des juvéniles et que ceux migrant après étaient des adultes.

Épervier brun, l'oscillation nord-atlantique et les précipitations estivales

Le nombre d'éperviers bruns, juvéniles et adultes, observés durant la migration automnale à l'OOT a varié de 2 617 à 7 914 individus (CV = 30 %; figure 2). L'abondance de l'épervier brun était positivement corrélée avec l'indice de l'OAN de l'hiver précédent (r = 0,68; n = 15; P = 0,005; figures 2 et 3). La corrélation était cependant plus forte pour les juvéniles (r = 0,60; n = 15; P = 0,018) que pour les adultes (r = 0,51; n = 15; P = 0,051). L'indice de l'OAN (hiver précédent) a eu tendance à être négativement corrélé avec les précipitations en juin et juillet (r = -0,53; n = 15; P = 0,054). Ainsi, un hiver chaud et enneigé dans l'aire d'étude avait tendance à être suivi d'un été pluvieux. D'ailleurs, les précipitations durant juin et juillet étaient négativement corrélées avec l'abondance des jeunes éperviers bruns à l'automne (r = -0,67; n = 15; P = 0,006), une relation inexistante chez les adultes (r = -0,18; n = 15; P = 0,514).

Épervier brun et proies potentielles

L'abondance de la grive à dos olive a présenté une corrélation significative avec l'abondance de l'épervier brun (juvéniles et adultes) en migration pour les 2 routes (Saint-Urbain : r = 0,58; n = 15; P = 0,024; Laurentides : r = 0,69; n = 12; P = 0,013), tandis que l'abondance de junco ardoisé et du bruant à gorge blanche a été positivement corrélée à l'abondance d'éperviers bruns adultes à l'automne (Laurentides : r = 0,67 et 0,56 respectivement; n = 12; P < 0,05).

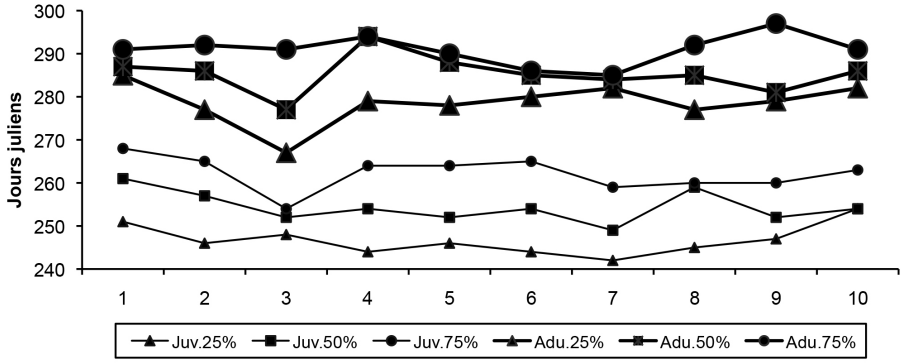

Figure 1. Différences dans la chronologie de migration automnale des éperviers bruns juvéniles (petits symboles) et adultes (gros symboles) à l'Observatoire des oiseaux de Tadoussac (OOT) entre 1996 et 2010. Les triangles, les carrés et les ronds représentent respectivement 25 %, 50 % et 75 % des passages.

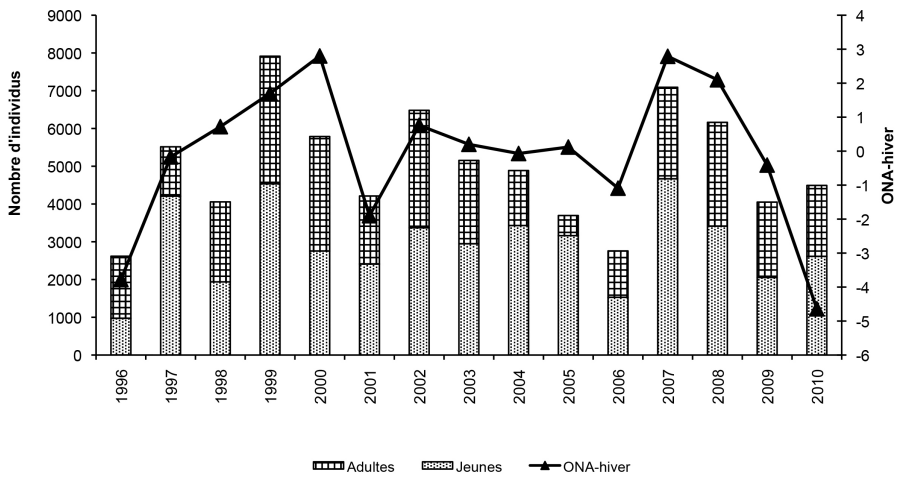

Figure 2. Nombre d'éperviers bruns adultes (trame quadrillée) et juvéniles (trame pointillée) à l'automne à l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (OOT) en relation avec l'indice de l'Oscillation nord-atlantique d'hiver (ONA-hiver: triangles), entre 1996 et 2010.

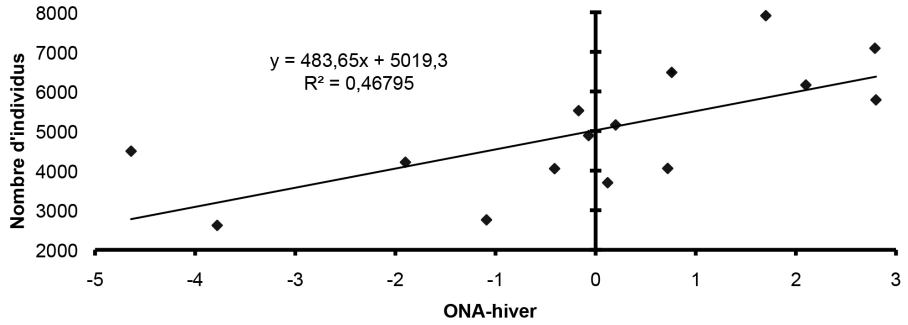

Figure 3. Corrélation entre le nombre d'éperviers bruns (juvéniles et adultes ensemble) durant la migration automnale à l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (OOT) et l'indice de l'Oscillation nord-atlantique de l'hiver précédent (ONA-hiver), entre 1996 et 2010.

L'abondance totale d'éperviers bruns et celle de merles d'Amérique ont été corrélées (r = 0,63; n = 15; P = 0,011) durant la migration automnale. Les 3 pics d'abondance du merle d'Amérique (1999, 2002 et 2007) ont correspondu à 3 pics d'abondance de l'épervier brun. La corrélation fut plus forte entre le merle d'Amérique et l'abondance d'éperviers bruns adultes (r = 0,62; n = 15; P = 0,013) que celle des juvéniles (r = 0,44; n = 15; P = 0,097).

Discussion

Le dénombrement visuel d'oiseaux de proie en migration demeure l'un des moyens les plus utiles et valables pour détecter des tendances temporelles des populations nicheuses (Hussell, 1985; Farmer et collab., 2007). Berthiaume et collab. (2009) ont montré que même si la probabilité de détection varie avec les conditions météorologiques, les décomptes annuels ne semblent pas donner lieu à des tendances biaisées.

Notre étude montre que la chronologie de la migration de l'épervier brun à l'OOT diffère entre les adultes et les juvéniles, et que l'abondance de l'épervier brun est positivement corrélée avec l'indice de l'ONA de l'hiver précédent, avec une corrélation plus forte pour les juvéniles. De plus, nos résultats montrent des corrélations entre l'abondance de l'épervier brun lors de la migration d'automne et l'abondance de proies potentielles en période estivale et automnale.

La distinction dans la chronologie de migration entre les adultes et les juvéniles éperviers bruns a été documentée dans le centre et l'ouest des États-Unis (DeLong et Hoffman, 1999; Rosenfield et collab., 2011), ainsi qu' en Ontario (Duncan, 1982) mais ce phénomène était méconnu dans la forêt boréale de l'Est. Une des causes pouvant expliquer cette différence est que les juvéniles présentent un succès de prédation inférieur à celui des adultes en raison de leur inexpérience et migreraient alors à des périodes où les proies sont plus abondantes, soit lors de la migration des jeunes passereaux qui sont plus vulnérables à la prédation (Rosenfield et Evans, 1980). Nos résultats indiquent aussi que l'abondance des éperviers bruns adultes est davantage corrélée avec l'abondance du merle d'Amérique lors de la migration automnale, suggérant soit un lien direct ou à tout le moins que les 2 espèces sont possiblement affectées par les mêmes facteurs. Aussi, l'abondance de merles d'Amérique en migration le long de la côte du Saint-Laurent certaines années pourrait amener plus d'éperviers, surtout les adultes, à suivre la côte. En effet, le merle d'Amérique est une proie importante de l'épervier brun durant sa migration (Storer, 1966; Bildstein et Meyer, 2000).

La corrélation positive entre l'abondance d'éperviers bruns et l'indice de l'ONA de l'hiver précédent suggère que le climat influence la dynamique de population de l'espèce. Plusieurs études ont montré la très grande influence de l'ONA sur les écosystèmes (p. ex. Blenkner etHillebrand, 2002; Mysterud et collab., 2003). L'ONA affecte les processus écologiques de la forêt boréale en influençant et synchronisant les productions semencières qui à leur tour affectent les relations prédateurs-proies (Selas, 1997; Holt, 2008; Schmidt et collab., 2008). L'ONA influence aussi directement le succès de reproduction de certaines espèces d'oiseaux (Saether et collab., 2004;

Weatherhead, 2005). Dans l'est de la forêt boréale québécoise, les hivers doux et enneigés sont souvent suivis d'étés pluvieux. Or, ces étés plus pluvieux que la normale se caractérisent par une plus faible productivité des passereaux, la proie principale de l'épervier brun. Lorsque l'ONA est négatif en hiver, cela correspond aussi à des hivers plus froids que la normale sur les aires d'hivernage de l'épervier brun, ce qui pourrait affecter sa survie hivernale. Million et collab. (2009) ont démontré que la dynamique de population de l'épervier d'Europe (*Accipiter nisus*) est influencée par l'abondance de proies et le climat, ce que nos résultats suggèrent pour l'épervier brun.

Les RON ont été mis en place pour déterminer les tendances des oiseaux au niveau provincial et national et son utilité pour représenter les fluctuations annuelles au niveau régional n'est pas encore démontrée. Les corrélations observées entre l'abondance de grive à dos olive et de junco ardoisé en période de nidification et l'abondance d'éperviers bruns à l'automne à l'OOT donnent toutefois de la crédibilité à cet usage puisqu'elles supportent l'hypothèse d'une relation étroite entre l'épervier brun et ses proies. Toutefois, cet usage mérite d'être étudié d'une manière plus approfondie.

Les corrélations observées suggèrent des liens complexes entre le climat et la dynamique de l'écosystème boréal, tout particulièrement dans les relations prédateurs-proies. Nos résultats sont de nature exploratoire et il serait opportun de mener des recherches spécifiques afin de valider les résultats présentés ici. En effet, il faut se rappeler que les corrélations n'indiquent pas nécessairement de relations de cause à effet et il est important de demeurer prudent dans l'interprétation des résultats (Aldrich, 1995). Cependant, nos résultats sont intrigants et suggèrent que le suivi de la migration automnale à l'OOT pourrait procurer une fenêtre exceptionnelle pour l'étude de la dynamique et la santé de l'écosystème boréal de l'est du Québec.

Remerciements

Les auteurs voudraient souligner la contribution des observateurs (Samuel Denault, Samuel Belleau, Claude Auchu et Christiane Girard) qui ont effectué les dénombrements visuels à l'OOT au cours de la période de l'étude. Merci à tous les bénévoles qui ont contribué, au cours des années, au bon fonctionnement de l'OOT. Nous voudrions aussi souligner le soutien financier d'Environnement Canada, du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, du Parc national du Fjord-du-Saguenay, de la Société Protection des oiseaux du Québec, d'Étude d'oiseaux Canada et du fond des amis de l'OOT. ◂

Références

ALDRICH, J., 1995. Correlations genuine and spurious in Pearson and Yule. Statistical Science, 10 : 364-376.

BERTHIAUME, E., M. BELISLE et J.-P.L. SAVARD, 2009. Incorporating detectability into analysis of population trends based on hawk counts: A double observer approach. Condor, 111 : 43-58.

BILDSTEIN, K.L. et K. MEYER, 2000. Sharp-shinned hawk (*Accipiter striatus*). Dans : POOLE, A. et F. GILL (édit.). The Bird of North America, No. 482. The Birds of North America, Inc., Philadelphia, 28 p.

BILDSTEIN, K.L., J.P. SMITH, E.R. INZUNZA et R.R. VEIT, 2008. State of North America's birds of prey. Series in Ornithology No. 3, Nuttall Ornithological Club et The American Ornithologists' Union, Washington, 466 p.

BLENCKNER, T. et H. HILLEBRAND, 2002. North Atlantic Oscillation signatures in aquatic and terrestrial ecosystems – a meta-analysis. Global Change Biology, 8 : 203-212.

BOLGIANO, N., 2006. Sharp-shinned hawk and sruce budworm infestation. Hawk Migration Studies, 31 : 9-14.

BOONSTRA, R. et C. KREBS, 2006. Population limitation of the northern red-backed vole in the boreal forests of northern Canada. Journal of Animal Ecology, 75 : 1269-1284.

BROUN, M., 1935. The hawk migration during the fall of 1934, along the Kittany Ridge in Pennsylvania. Auk, 52 : 233-248.

BROUN, M., 1949. HAWKS Aloft : The story of Hawk Mountain. Cornwall Press, Cornwall, 222 p.

CANDAU, J.N., R.A. FLEMMING et A. HOPKIN, 1998. Spatiotemporal patterns of large scale defoliation caused by the spruce budworm in Ontario since 1941. Canadian Journal of Forest Research, 28 : 1733-1741.

CHEVEAU, M., P. DRAPEAU, L. IMBEAU et Y. BERGERON, 2004. Owl winter irruptions as an indicator of small mammal population cycles in the boreal forest of eastern North America. Oikos, 107 : 190-198.

DAWSON R.D. et G.R. BORTOLOTTI, 2000. Reproductive success of American kestrels: The role of prey abundance and weather. The Condor, 102 : 814-822.

DELONG, J. et S.W. HOFFMAN, 1999. Differential autumn migration of sharp-shinned and Cooper's hawk in western North America. The Condor, 101 : 674-678.

DOYLE, F.I. et J.M.N. SMITH, 1994. Population responses of northern goshawks to the 10-year cycle in numbers of snowshoe hares. Study in Avian Biology, 16 : 122-29.

DUNCAN, B.W., 1982. Sharp-shinned hawks banded at Hawk Cliff, Ontario, 1971-1980. Ontario Bird Banding, 15 : 24-38.

DUNCAN, S., 1980. An analysis of the stomach contents of some sharp-shinned hawks. Journal of Field Ornithology, 51 : 178.

DUNN, E.H., A.D. BREWER, A.W. DIAMOND, E.J. WOODSWORTH, et B.T. COLLINS, 2009. Canadian atlas of bird banding. Volume 3 : Raptors and waterbirds, 1921-1995. Canadian Wildlife Service Special Publication, Environment Canada, Ottawa, 212 p.

FARMER, C.J., D.J.T. HUSSELL et D. MIZRAHI, 2007. Detecting population trends in migratory bird of prey. Auk, 124 : 1047-1062.

GROSBOIS, V., O. GIMENEZ, J.-M. GAILLARD, R. PRADEL, C. BARBRAUD, J. CLOBERT, A.P. MOLLER et H. WEIMERSKIRK, 2008. Assessing the impact of climate variation on survival in vertebrate populations. Biological Review, 83 : 357-399.

HALLETT, T.B., T. COULSON, J.G. PILKINGTON, T.H. CLUTTON-BROCK, J.M. PEMBERTON et B.T. GRENFELL, 2004. Why large-scale climate indices seem to predict ecological processes better than local weather. Nature, 430 : 71-75.

HOLT, R.D., 2008. Theoretical perspectives on resource pulses. Ecology, 89 : 671-681.

HURRELL, J.W., 1995. Decadal trends in the North Atlantic oscillation: Regional temperatures and precipitation. Science, 269 : 676-679.

HURRELL, J.W. et C. DESER, 2009. North Atlantic climate variability : The role of the North Atlantic Oscillation. Journal of Marine Systems, 78 : 28-41.

HUSSELL, D.J.T., 1985. Analysis of hawk migration counts for monitoring bird population levels. Dans : HARDWOOD, M. (édit.). Proceedings of Hawk Migration Conference IV. Hawk Migration Association of North America, Lynchburg, p. 243-254.

IBARZABAL, J., 1999. Tadoussac : un site de migration des oiseaux de proie. Le Naturaliste canadien, 123 (3) : 11-18.

IBARZABAL, J., P. CÔTÉ et B. DROLET, 2009. Tadoussac : sentinelle ornithologique de la forêt boréale au parc national du Saguenay. Le Naturaliste Canadien, 133 (3) : 27-31.

JONES, J., P.J. DORAN et R.T. HOLMES, 2003. Climate and food synchronize regional forest bird abundance. Ecology, 84 : 3024-3032.

JOY, S.M., R.T. REYNOLDS, R.L. KNIGHT et R.W. HOFFMAN, 1994. Feeding ecology of sharp-shinned hawks nesting in deciduous and coniferous forests in Colorado. The Condor, 96 : 455-467.

KOENIG, W.D. et J.M.H. KNOPS, 2000. Patterns of annual seed production by northern hemisphere trees : A global perspective. The American Naturalist, 55 : 59-69.

KREBS, C., S. BOUTIN et R. BOONSTRA, 2001. Ecosystem dynamics of the boreal forest, the Kluane project. Oxford University Press, New York, 511 p.

KOSTRZEWA, A. et R. KOSTRZEWA, 1990. The relationship of spring and summer weather with density and breeding performance of the buzzard *Buteo buteo*, goshawk *Accipiter gentilis* and kestrel *Falco tinnunculus*. Ibis, 132 : 550-559.

MILLON, A., J. TOTTRUP NIELSEN, V. BRETAGNOLLE, et A.P. MOLLER, 2009. Predator-prey relationships in a changing environment: The case of the sparrowhawk and its avian prey community in a rural area. Journal of Animal Ecology, 78 : 1086-1095.

MYERS, J.H., 1998. Synchrony in outbreaks of forest Lepidoptera; A possible example of the Moran effect. Ecology, 79 : 1111-1117.

MYSTERUD, A., N.C. STENSETH, N.G. YOCCOZ, G. OTTERSEN et R. LANGVATN, 2003. The response of terrestrial ecosystems to climate variability associated with the North Atlantic Oscillation. Dans : HURREL, J. W., Y. KUSHNIR, G. OTTERSEN et M. VISBECK (édit.). The North Atlantic Oscillation : Climatic impact and environmental impact. Geophysical Monograph 134, American Geophysical Union, Washington, p. 235-262.

NEWTON, I., 1998. Population limitation in birds. Academic Press, London, 598 p.

OTTERSEN, G., B. PLANQUE, A. BELGRANO, E. POST, P.C. REID et N.C. STENSETH, 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. Oecologia, 125 : 1-14.

POST, E., M.D. FORCHHAMMER et N.C. STENCHSETH, 1999. Population ecology and the North Atlantic Oscillation (NAO). Ecological Bulletin, 47 : 117-125.

R CORE TEAM, 2013. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponible en ligne à : http://www.R-project.org. [Visité le 13-12-05].

ROBBINS, C.S, D. BYSTRAK et P.H. GEISSLER, 1986. The breeding bird survey: Its first fifteen years, 1965-1979. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication 157, Washington, 196 p.

ROSENFIELD R.N. et L. EVANS, 1980. Migration incidence and sequence of age and sex classes of the sharp-shinned hawk. Loon, 52 : 66-69.

ROSENFIELD, R.N., D. LAMERS, D.L. EVANS, M. EVANS et J.A. CAVA, 2011. Shift to later timing by autumnal migrating sharp-shinned hawks. The Wilson Journal of Ornithology, 123 : 154-158.

ROTH TC, S.L. LIMA et W.E. VETTER, 2006. Determinants of predation risk in small wintering birds : The hawk's perspective. Behavioural Ecology and Sociobiology, 60 : 195–204.

SAETHER, B.-E., W.J. SUTHERLAND et S. ENGEN, 2004. Climate influences on avian population dynamics. Dans : MOLLER, A.P., W. FIELDER et P. BERTHOLD (édit.). Birds and climate change. Advances in Ecological Research, 35 : 185-209.

SAETHER, B.-E., S. ENGEN, V. GROTAN, W. FIEDLER, E. MATTHYSEN, M.E. VISSER, J. WRIGHT, A.P. MOLLER, F. ADRIAENSEN, H. VAN BALEN, D. BALMER, M.C. MAINWARING, R.H. MCCLEERY, M. PAMPUS et W. WINKEL, 2007. The extended Moran effect and large scale synchronous fluctuations in the size of great tit and blue tit populations. Journal of Animal Ecology, 76 : 315-325.

SAUCIER J.P., J.F. BERGERON, P. GRONDIN et A. ROBITAILLE, 2003. Les zones de végétation et les domaines bioclimatiques du Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Forêts Québec, carte.

SAVARD, J.-P.L. et J. IBARZABAL, 2001. Le suivi des oiseaux de la forêt boréale à l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac, une opportunité unique au Québec. Le Naturaliste canadien, 125 (3) : 47-52.

SCHMIDT, K.A. et R.S. OSTFELD, 2003. Songbird populations in fluctuating environments: Predator responses to pulse resources. Ecology, 84 : 406-415.

SCHMIDT, K.A., S.A. RUSH et R.S. OSTFELD, 2008. Wood thrush nest success and post-fledging survival across a temporal pulse of small mammal abundance in an oak forest. Journal of Animal Ecology, 77 : 830–837.

SELAS, V., 1997. Cyclic population fluctuations of herbivores as an effect of cyclic seed cropping of plants: The mast depression hypothesis. Oikos, 80 : 257-268.

STENSETH, N.C., G. OTTERSEN, J.W. HURRELL, A. MYSTERUD, M. LIMA, K.-S. CHAN, N.G. YOCCOZ et B. ADLANSVIK, 2003. Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: The North Atlantic Oscillation, El Nino Southern Oscillation and beyond. Proceedings of the Royal Society London B, 270 : 2087-2096.

STORER, R.W., 1966. Sexual dimorphism and food habits in three North American accipiters. Auk, 83 : 423-436.

WEATHERHEAD, P.J., 2005. Effect of climate variation on timing of nesting, reproductive success and offspring sex ratios of redwinged blackbirds. Oecologia, 144 : 168-175.

WHITE, T.C.R., 2008. The role of food, weather and climate in limiting the abundance of animals. Biological Review, 83 : 227-248.

ZAR, J.H., 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall of Canada, LTD., Toronto, 944 p.