

Évolution de la diversité de Lépidoptères selon un gradient spatial au Québec

Laurent Fournelle-Grenier, Clovis Marion, Léane Plouffe, Mariève Trottier

Abstract—Dans un contexte de changements environnementaux rapides, les structures des communautés d'insectes, dont les lépidoptères, subissent d'importantes transformations. Cette étude s'appuie sur des données, provenant en partie d'observations citoyennes, pour analyser la distribution spatiale des lépidoptères au Québec. La richesse spécifique est examinée selon la latitude et la longitude, afin de détecter des tendances spatiales liées aux zones climatiques du territoire québécois.

Index Terms—Lépidoptère; iNaturalist; Science citoyenne; Zones climatiques; Changements climatiques

INTRODUCTION

Les changements climatiques constituent aujourd'hui un enjeu majeur au cœur des préoccupations environnementales. Leurs effets sont multiples, dont l'altération des milieux naturels, qui peut influencer de manière sévère la biodiversité (McElwee 2021). Parmi les groupes touchés par ces changements, on y retrouve les lépidoptères. En effet, selon une étude menée sur l'entièreté du territoire des États-Unis qui combine plusieurs jeux de données entre 2000 et 2020, l'abondance de lépidoptères aurait baissé de 22% (Edwards et al. 2025). Considérant que ce pays est adjacent au territoire Québécois, il est pertinent de considérer qu'il est possible qu'un phénomène semblable y soit aussi présent. Dans un tel contexte, il est d'autant plus pertinent de mieux comprendre la répartition spatiale de la biodiversité de ce groupe afin d'anticiper les impacts potentiels des changements climatiques. # Méthode

Les données d'observation ponctuelles de lépidoptères utilisés proviennent de différentes sources, dont iNaturalist et eButterfly. Ces données couvrent une période allant de 1859 à 2023. Elles ont été compilées et ont ensuite été nettoyées avec R studio avec l'aide de différents packages. Une base de données a été créée dans SQL et différentes tables ont permis de stocker l'information. Différentes requêtes ont pu être formulées afin de répondre à nos questions initiales, soit de comprendre la répartition spatiale de l'abondance spécifique de lépidoptères sur le territoire québécois. Enfin, un "pipeline" assemblé à l'aide de "targets" fut créé.

RÉSULTATS

La base de données contenait plus de 400 000 observations. De celles-ci, environ 195 000 ont été déterminées comme étant sur le territoire québécois et ont été conservées pour les analyses. Plus de la moitié (53%) des observations proviennent de la base de données iNaturalist depuis sa création en 2015. Environ 25% des observations proviennent de eButterfly. Le dernier 20% des observations est issu de sources variées.

En observant la richesse spécifique à chacune des latitudes pour lesquelles nous avons des données, nous avons pu former la figure 1. Sur cette dernière, la majorité des observations sont observées au sud du 50e parallèle (fig. 1).

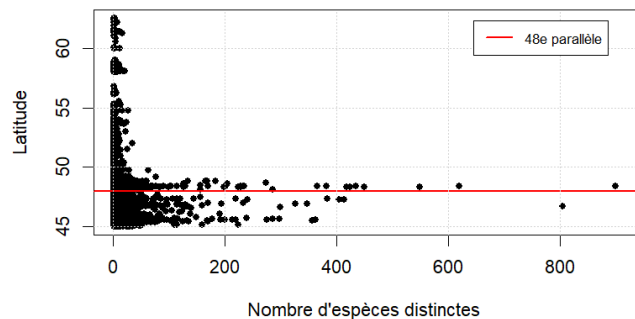


Fig. 1. Richesse spécifique de lépidoptères au Québec selon un gradient Nord-Sud du 45e au 65e parallèle

Pour continuer, le même processus fut suivi afin d'illustrer la variation spécifique selon un gradient longitudinal (fig. 2). Aucune tendance ne semble apparaître dans la variation longitudinale des données.

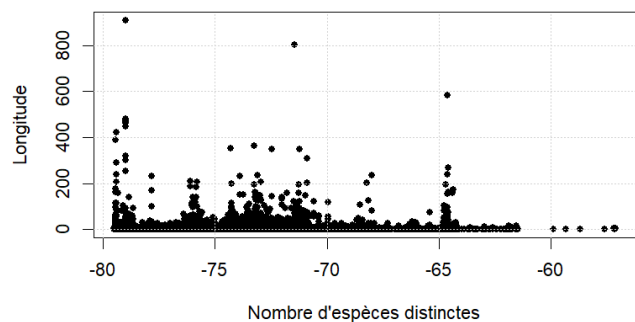


Fig. 2. Richesse spécifique de lépidoptères au Québec selon un gradient de longitude de -60 à -80

Par la suite, la distribution géographique des points d'observation sur le territoire du Québec a été illustrée à l'aide de la fig.3.

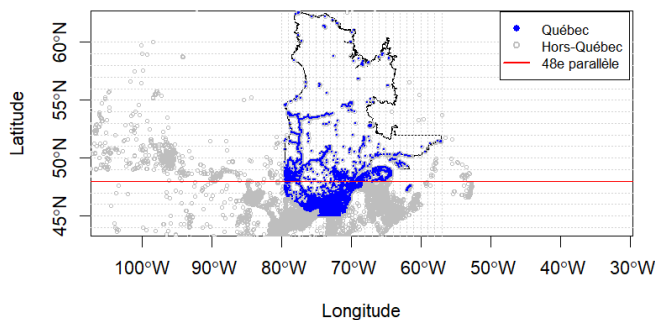


Fig. 3. Répartition géographique des observations recensées de lépidoptères au Québec de 1859 à 2023

DISCUSSION

La tendance positive du nombre d'espèces selon le gradient nord-sud pourrait s'expliquer par les différences entre les milieux climatiques qui, eux, varient en fonction de la latitude. Tel que mentionné précédemment, il est possible d'observer une baisse de la diversité spécifique à partir de 48 degrés de latitude, ce qui correspond à la transition entre la zone tempérée nordique et la zone boréale (MFFP 2022). Plus que l'on s'éloigne de la zone tempérée nordique, plus le type des forêts passe d'érablières à des sapinières et le climat devient plus rigoureux. En effet, vers le nord, les précipitations diminuent, la température chute et la saison de croissance est raccourcie (Benoît et al. 2002). C'est alors dans les conditions clémentes du sud de la province que l'on y retrouve la plus grande biodiversité de végétaux (Bégin 2022). Considérant que la diversité des Lépidoptères est entre autres influencée par la diversité des végétaux, la tendance semble correspondre à la littérature.

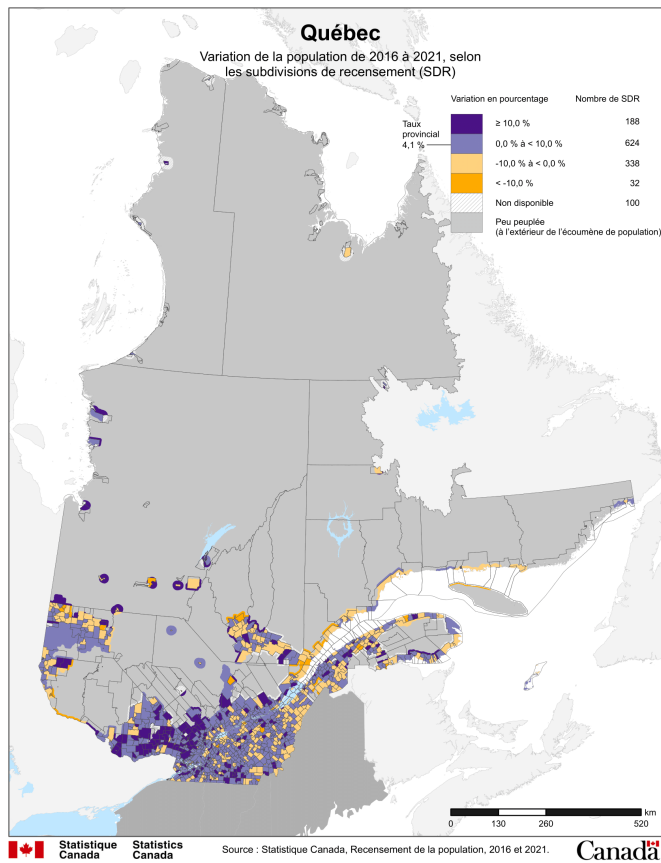
Considérant que les prédictions actuelles des changements climatiques indiquent une tendance vers un réchauffement du climat, cela pourrait possiblement avoir des impacts sur la répartition et la biodiversité des espèces au Québec. En effet, si la température devient trop élevée pour les espèces étant situées plus au sud de la province, il serait possible que ces espèces tendent à se diriger vers le nord afin d'atteindre des habitats plus frais (Hill et al. 2021). Cependant, même si le territoire de la zone boréale est plus frais, il ne faut pas oublier que la composition écosystémique n'est pas la même, demandant parfois une adaptation rapide à une nouvelle niche écologique, ce qui constitue un enjeu de taille pour de nombreuses espèces (Hill et al. 2021). Le réchauffement du climat pourrait aussi engendrer une arrivée plus rapide du printemps, causant potentiellement un décalage entre l'ouverture des fleurs et l'activité des pollinisateurs, ce qui pourrait avoir un impact

négatif sur la valeur sélective de ces derniers (Posledovich et al. 2015). De plus, il fut d'observer que les espèces de Lépidoptères étant adaptées aux zones arctiques et boréales sont plus sensibles aux réchauffements climatiques que les autres espèces de papillons (Shirey et al. 2024).

Par la suite, tel que mentionné plus haut, on peut observer qu'en longitude, la distribution ne semble pas suivre une tendance constante. Toutefois, il est possible d'observer qu'il y a moins d'espèces à reporter vers l'est de la province. Cette diminution pourrait s'expliquer par la division du territoire terrestre par de grandes étendues d'eau à partir de ces mêmes longitudes (Figure 3).

Il faut toutefois prendre en considération qu'il existe un biais majeur quant aux données utilisées dans cette étude, car elles proviennent en majorité d'observations provenant de la science citoyenne. En effet, il est difficile de savoir si les zones ayant moins d'observation découlent d'une diversité spécifique plus faible de Lépidoptère ou si elle correspond plutôt à une densité plus faible de population humaine, et donc à un effort d'échantillonnage moindre. En effet, il est possible d'observer que les régions ayant un nombre élevé d'observations semblent correspondre avec les zones ayant une plus grande densité de population, soit les régions du sud du Québec (Annexe 1). De plus, hors la densité de la population, il faut aussi prendre en considération que certains secteurs sont moins accessibles pour la prise de données. En effet, malgré la plus faible densité de population dans la zone boréale, il est possible d'observer sur la figure 3 des observations qui se suivent géographiquement et qui correspondent avec la forme d'une route, telle que pour la route 109 et son prolongement, soit la route Billy Diamond, située au nord-ouest du Québec. Ces aspects pourraient alors expliquer, du moins en partie, les tendances observées de la richesse spécifique sur le territoire. Afin d'éviter ce biais et de pouvoir tirer des conclusions justes, il faudrait alors effectuer des prises de données de Lépidoptère de manière standardisée en utilisant le même effort d'échantillonnage à chaque latitude et longitude. Cela permettrait alors de tirer des conclusions plus précises quant à la répartition des Lépidoptères.

ANNEXE 1



RÉFÉRENCES

- Bégin, Catherine. 2022. "Conserver Le Sud Du Québec, Pourquoi Est-Ce Si Important?" *Nature Québec*. <https://naturequebec.org/conserver-le-sud-du-quebec-pourquoi-est-ce-si-important/>.
- Benoît, H. P., O. E. Johannsson, D. M. Warner, W. G. Sprules, and L. G. Rudstam. 2002. "Assessing the Impact of a Recent Predatory Invader: The Population Dynamics, Vertical Distribution, and Potential Prey of *Cercopagis pengoi* in Lake Ontario." *Limnology and Oceanography* 47 (3): 626–35. <https://doi.org/10.4319/lo.2002.47.3.0626>.
- Edwards, Collin B., Elise F. Zipkin, Erica H. Henry, Nick M. Haddad, Matthew L. Forister, Kevin J. Burls, Steven P. Campbell, et al. 2025. "Rapid Butterfly Declines Across the United States During the 21st Century." *Science* 387 (6738): 1090–94. <https://doi.org/10.1126/science.adp4671>.
- Hill, Geena M., Akito Y. Kawahara, Jaret C. Daniels, Craig C. Bateman, and Brett R. Scheffers. 2021. "Climate Change Effects on Animal Ecology: Butterflies and Moths as a Case Study." *Biological Reviews* 96 (5): 2113–26. <https://doi.org/10.1111/brv.12746>.
- McElwee, Pamela. 2021. "Climate Change and Biodiversity Loss: Two Sides of the Same Coin." *Current History* 120 (829): 295–300. <https://doi.org/10.1525/curh.2021.120.829.295>.
- MFPP. 2022. "Zones de Végétation Et Domaines Bioclimatiques Du Québec."
- Posledovich, Diana, Tenna Toftegaard, Christer Wiklund, Johan Ehrlén, and Karl Gotthard. 2015. "The Developmental Race Between Maturing Host Plants and Their Butterfly Herbivore – the Influence of Phenological Matching and Temperature." Edited by Jonathan Newman. *Journal of Animal Ecology* 84 (6): 1690–99. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12417>.
- Shirey, Vaughn, Naresh Neupane, Robert Guralnick, and Leslie Ries. 2024. "Rising Minimum Temperatures Contribute to 50 Years of Occupancy Decline Among Cold-adapted Arctic and Boreal Butterflies in North America." *Global Change Biology* 30 (2): e17205. <https://doi.org/10.1111/gcb.17205>.