

Influence des changements climatiques sur les variations spatiotemporelles et la structure des communautés de lépidoptères au Québec

Marilou Bernard, Juliette Boucher, Maité-Simon Gauthier-Bénard, Alexandre Tougas

This manuscript was compiled on April 19, 2025

Résumé

Il a bien établi que la biodiversité est affectée par les changements climatiques, et les lépidoptères n'échappent pas à cette tendance. Ce groupe joue un rôle important pour les écosystèmes et pour les humains, notamment en tant que des pollinisateurs. Cependant, leur répartition spatiotemporelle est influencée par plusieurs facteurs environnementaux et anthropiques. En effet, les résultats présentés dans ce rapport indiquent que les aires de répartition de certaines espèces se déplacent vers des latitudes plus nordiques, et que des diminutions importantes dans le nombre d'espèces ont été observées au courant des dernières décennies. De plus, la distribution des lépidoptères au Québec est davantage concentrée en milieu plus urbains, près du fleuve Saint-Laurent. Ces résultats soulignent l'importance d'instaurer des protocoles standardisés de collecte de données afin d'assurer des suivis à long terme des effets des changements climatiques sur différentes communautés.

Introduction

Les lépidoptères constituent un groupe d'insectes diversifié qui occupe une place essentielle dans les écosystèmes. En effet, ils jouent un rôle important en contribuant au cycle des nutriments et à la décomposition de la matière organique, en plus de servir de proies pour des espèces d'oiseaux (López-Vázquez et al. 2024). En étant des pollinisateurs, les lépidoptères jouent également un rôle économique en favorisant le maintien des cultures de fruits et de plantes (Haris et al. 2024). En raison de leurs relations avec les plantes hôtes, les lépidoptères sont d'excellents bioindicateurs de la qualité d'un habitat et des impacts des changements environnementaux (López-Vázquez et al. 2024). Cependant, leur physiologie ectotherme les rend particulièrement vulnérables aux variations climatiques (Hussain et al. 2022). La modification des environnements causée par les changements climatiques perturbe les écosystèmes, et cela provoque des conséquences pour plusieurs espèces (Andrieux 2016). Selon Haris et al. (2024), les principales pressions sur les communautés de lépidoptères sont les changements climatiques, qui sont en partie causés par des actions anthropiques, ainsi que la fragmentation d'habitats et l'utilisation de pesticides. Le but de ce rapport est d'évaluer comment les variations spatiales et temporelles influencent la composition et la structure des communautés de Lépidoptères au Québec. La première hypothèse stipule que les limites des distributions des espèces se déplacent vers le nord au travers du temps. La deuxième hypothèse stipule que la richesse des espèces augmente au travers du temps. Finalement, la dernière hypothèse stipule que la distribution spatiale des lépidoptères

au Québec est plus concentrée dans les régions urbaines.

Méthode

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel RStudio. Dans un premier temps, des fichiers CSV, couvrant les années 1859 à 2023 et contenant des observations de lépidoptères, ont été assemblés afin de constituer une base de données complète. Par la suite, une phase de traitement a été effectuée, au cours de laquelle des fonctions ont été créées pour corriger, nettoyer et uniformiser les données. Différentes tables ont ensuite été extraites à partir de la base de données en sélectionnant seulement les données pertinentes aux analyses, à l'aide de requêtes formulées en langage SQL. Finalement, ces tables spécifiques ont permis de générer les figures répondant à nos hypothèses. Il est important de noter l'utilisation de ChatGPT afin d'assister dans la résolution des erreurs de programmation.

Résultats

A. Résultats. Dans la Figure 1, il est possible d'observer que *Cercyonis pegala* est l'espèce où les latitudes de son territoire ont le plus varié entre 2000 et 2020. De plus, on remarque que, pour les quatre espèces, les latitudes entre 2000 et 2020 ont augmenté vers le nord. *Colias philodice* est la seule espèce avec une grande variation dans les latitudes de son territoire dans les années 1880.

Dans la Figure 2, on remarque une augmentation du nombre d'espèces de lépidoptères observées au fil des années. En effet, de 1860 à 1950, le nombre d'espèces a peu varié, et celui-ci a commencé à augmenter entre 1950 et 2000. Une augmentation drastique peut être aperçue à partir des années 2000, où le nombre d'espèces observées est passé d'environ 250 individus à plus de 1500. Cependant, entre les années 2000 et 2020, des fluctuations peuvent être observées, où le nombre d'espèces diminue à moins de 500 individus.

Dans la Figure 3, il est possible d'observer la distribution de la richesse spécifique des lépidoptères au Québec en 2020. On remarque que l'endroit où le nombre d'espèces est le plus élevé, soit près de 600, est au nord-ouest de la province, près de 48°N et 80°W. Toutefois, des richesses spécifiques d'environ 500 espèces sont retrouvées à l'ouest, au sud et à l'est de la

Significance Statement

province. Il est également possible de remarquer qu'il y a une plus forte concentration dans le sud de la province, près du fleuve Saint-Laurent, que dans le nord de la province.

Discussion

Il est possible de confirmer un déplacement spatial modéré vers le nord dans la distribution de certaines espèces de lépidoptères (Figure 1). Selon Bernabé-Ruiz, Jiménez-Nieva, and Pérez-Quintero (2024), l'augmentation des températures peut favoriser une migration vers des latitudes plus élevées ainsi qu'une expansion des aires de répartition. En effet, le déplacement de certaines espèces vers des répartitions plus nordiques peut indiquer que les conditions environnementales y deviennent plus favorables, en réponse au réchauffement des habitats d'origine (Haris et al. 2024). Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette migration, notamment les variations plus extrêmes des températures, l'irrégularité des précipitations entraînant des sécheresses et des inondations, ainsi que la dégradation des habitats (Haris et al. 2024). Cependant, différentes espèces de lépidoptères vont réagir de manières différentes face aux changements climatiques en fonction de leurs préférences alimentaires, de leurs exigences pour l'habitat et de leur relation avec les plantes hôtes (Hussain et al. 2022). Puisque la température est un facteur limitant les aires de répartition des plantes hôtes, ceci peut également limiter les aires de distribution des lépidoptères, indépendamment de leur tolérance au réchauffement climatique (White 2005). Selon Andrieux (2016), la corrélation entre la température et la biodiversité pourrait entraîner le déplacement des aires de répartition de plusieurs espèces au Québec, ce qui pourrait expliquer en partie les tendances observées dans la Figure 1.

Il est également possible de confirmer une augmentation du nombre d'espèces de lépidoptères observées au fil des années (Figure 2). Bien que cette augmentation puisse être influencée par des facteurs écologiques, l'amélioration de l'effort d'échantillonnage est probablement l'une des causes principales des résultats obtenus. En effet, les données utilisées proviennent de base de données ouvertes, compilant des observations de plusieurs individus. Puisqu'il y a eu une augmentation significative de l'effort d'échantillonnage dans les dernières années, il est normal que le nombre d'espèces ait augmenté (Figure 2). Toutefois, les fluctuations observées entre les années 2000 et 2020 peuvent être expliquées par plusieurs facteurs, dont les changements climatiques. Selon Haris et al. (2024), différents groupes de pollinisateurs réagissent différemment, mais la majorité des familles de lépidoptères a connu un déclin au cours des deux dernières décennies. En effet, des études menées dans l'État de Ohio ont démontré qu'entre 1997 et 2017, la densité de 40% des espèces de lépidoptères avait diminué (Haris et al. 2024), ce qui concorde partiellement avec les résultats obtenus dans la Figure 2.

Finalement, la Figure 3 démontre une forte richesse spécifique de lépidoptères concentrée dans le sud du Québec, près du fleuve Saint-Laurent. Cette distribution illustre l'influence des conditions écologiques locales sur la densité de lépidoptères. En effet, selon White (2005), la richesse spécifique des lépidoptères augmente dans les pâturages, par rapport aux zones agricoles autour des cultures. De plus, la fragmentation d'habitat semble être un facteur important pour la distribution des lépidoptères, car la richesse spécifique des espèces décroît lorsque la distance entre les habitats favorables augmente (White 2005). Puisque les différentes espèces de lépi-

doptères ont différentes préférences quant à leur habitat, une hétérogénéité élevée des habitats favorise une richesse spécifique élevée (White 2005). Selon Bernabé-Ruiz, Jiménez-Nieva, and Pérez-Quintero (2024), 80% de la variance de richesse spécifique peut être expliquée par les changements climatiques, et ce phénomène est plus marqué dans les milieux ouverts, notamment en raison de l'abandon de pâturage et de la fauche. De plus, les lisières constituent des endroits privilégiés par les lépidoptères grâce à leur abondance de ressources alimentaires, la température et l'humidité (Ruchin 2023). Ces différents facteurs écologiques peuvent expliquer la distribution concentrée de richesse spécifique de lépidoptères au sud du Québec, mais un facteur non-négligeable est le biais d'échantillonnage qui reflète le manque de données dans le nord de la province.

Conclusion

En conclusion, la structure des communautés de lépidoptères au Québec est affectée par des changements spatio-temporels. En effet, les aires de répartition de certaines espèces sont influencées par le réchauffement climatique et se déplacent vers le nord, ce qui permet de confirmer la première hypothèse. Toutefois, bien que le nombre d'espèces de lépidoptères observées semble augmenter au fil des années, des diminutions importantes depuis les dernières décennies invalident partiellement la deuxième hypothèse. La dernière hypothèse peut être confirmée, car la distribution de la richesse spécifique des lépidoptères au Québec est plus concentrée dans le sud de la province, près des régions urbaines. Ces variations démontrent la sensibilité des lépidoptères aux changements environnementaux et illustrent la réponse de la biodiversité face aux pressions anthropiques. Pour limiter ces impacts, il est essentiel de maintenir des milieux hétérogènes, de limiter la fragmentation des habitats et de favoriser leur connectivité (López-Vázquez et al. 2024). Par ailleurs, la mise en place de protocoles de collecte de données et la réduction de biais d'échantillonnage sont primordiales afin d'assurer un suivi à long terme fiable de l'évolution des communautés face aux changements climatiques.

1. Références

ACKNOWLEDGMENTS.

- Andrieux, B. 2016. "Étude de La Migration Potentielle Des Niches Écologiques Liées Aux Changements Climatiques Dans La Région Des Parcs Nationaux de Frontenac Et Du Mont-Mégantic." Master's thesis, Sherbrooke: Université de Sherbrooke.
- Bernabé-Ruiz, P. F. J., J. C. Jiménez-Nieva, and J. C. Pérez-Quintero. 2024. "Temporal Variation and Influence of Environmental Variables on a Lepidopteran Community in a Mediterranean Mid-Mountain Area." *Diversity* 16: 408. <https://doi.org/10.3390/d16070408>.
- Haris, A., Z. Jozan, L. Roller, P. Sima, and S. Toth. 2024. "Changes in Population Densities and Species Richness of Pollinators in the Carpathian Basin During the Last 50 Years (Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera)." *Diversity* 16: 328. <https://doi.org/10.3390/d16060328>.
- Hussain, Z. Z., Mahanood Sarwar, A. Akbar, S. K. Alhag, N. Ahmed, P. Alam, A. A. Almadiy, F. Zouidi, and N. Barburao Jawalkar. 2022. "Spatiotemporal Distribution Patterns of Pest Species (Lepidoptera: Noctuidae) Affected by Meteorological Factors in an Agroecosystem." *Agriculture* 12: 2003. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122003>.
- López-Vázquez, K. L., P. Carlos, P. Corcuera, and C. Castillo-Guevara. 2024. "Temporal Shifts in Flower-Visiting Butterfly Communities and Their Floral Resources Along a Vegetation

Type Altered by Anthropogenic Factors.” *Forest* 15 (9): 1668.
<https://doi.org/10.3390/f15091668>.

Ruchin, A. B. 2023. “Spatial Distribution of Lepidoptera in Forest Ecosystems of Central European Russia: Studies Using Beer Traps.” *Forests* 14: 680. <https://doi.org/10.3390/f14040680>.

White, P. J. 2005. “Spatial and Temporal Patterns and Predictors of Butterfly Species Richness in Canada Throughout the 20th Century.” Master’s thesis, Ottawa: Université d’Ottawa.

DRAFT