

Variations spatio-temporelles de la biodiversité des lépidoptères au Québec

Marika Roberge^a, Bertrand Labrecque^a, and Juliette Boulet-Thomas^a

^aFaculté des sciences, Département de biologie, 2500 Boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, J1K 2R1

This manuscript was compiled on April 21, 2025

Inclure le résumé ici.

lepidopteres | communautés | variation temporelle | variation spatiale

1. Introduction et questions de recherche

Les lépidoptères, en tant qu'indicateurs sensibles à la température et aux changements environnementaux (1, 2), sont particulièrement utiles pour évaluer les effets des perturbations anthropiques, notamment les changements climatiques et l'altération des habitats. Au Québec, plusieurs espèces pourraient voir leur aire de répartition modifiée, soit par l'expansion d'espèces thermophiles vers le nord, soit par un recul des espèces froid-adaptées.

Dans ce contexte, nous avons étudié l'évolution de la diversité des lépidoptères au Québec, à la fois dans le temps et dans l'espace, en nous basant sur les données de présence collectées depuis environ 150 ans. L'objectif principal est d'évaluer les changements dans la diversité des lépidoptères au Québec à travers ces deux dimensions. Ainsi, la première analyse se pose la question suivante : comment la richesse spécifique des lépidoptères a-t-elle évolué au fil des années ? La deuxième analyse s'interroge sur : comment la diversité et la répartition des lépidoptères ont-elles évolué au fil du temps et selon les régions du Québec ? Enfin, la troisième analyse cherche à répondre à la question suivante : comment la répartition de *Papilio canadensis* a-t-elle changé au cours du temps et dans l'espace au Québec ?

Ces résultats permettront de discuter des mécanismes potentiels à l'origine des patrons observés, entre biais d'échantillonnage et signaux biologiques réels, et d'évaluer si la composition des communautés de lépidoptères au Québec reflète une transformation de la biodiversité entomologique.

2. Méthode et résultats d'analyse

Ici, est présenté un graphique (Fig. 1) mettant en évidence les variations en termes de nombre d'espèces uniques observés au fil des années. Expliquer pourquoi le nombre unique est utiliser et donc sa pertinence.

Comme deuxième analyse, elle porte sur une espèce commune au Québec, *Papilio canadensis*, communément appelé Papillon tigré du Canada (Fig. 2). Présenter ici la biologie de l'espèce rapidement et de combien de données ont a utilisés pour créer le graphique. Avec références bibliographiques.

L'analyse portant sur l'espèce permet de décrire comment la répartition de *Papilio canadensis* change dans le temps et l'espace.

![Répartition de *Papilio canadensis* au Québec au fil des années.
#ajouter un png de notre figure obtenue dans un code chunk comme les autres figures d'analyse.

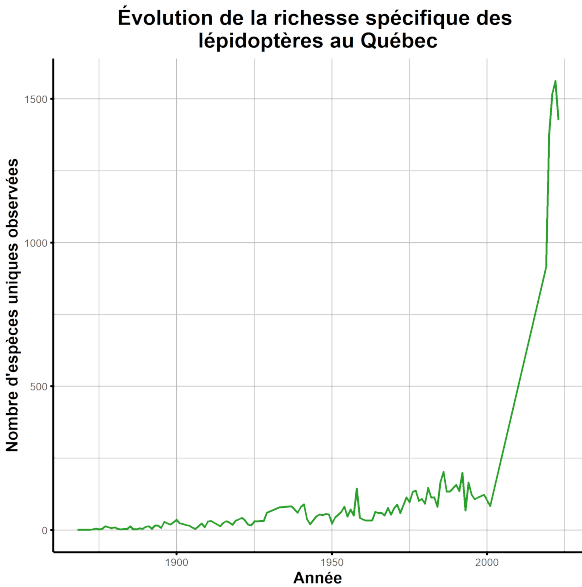


Fig. 1. Variation du nombre d'espèces de lépidoptères au Québec en fonction du temps.



Fig. 2. Papillon tigré du Canada (*Papilio canadensis*) observé dans son habitat naturel.

Texte ici présentant les résultats de l'analyse 2. Comme on peut le voir sur la Figure 2, on voit que la répartition de *P. canadensis* s'est...

On voit dans cette figure (Fig.3 - ici cartes de l'espece) que ... On peut donc dire que l'espèce est devenue plus/moins présente avec le temps...

Maintenant, dans cette section, nous analysons l'évolution de la biodiversité des lépidoptères au fil du temps à travers plusieurs visualisations. Nous allons créer des cartes et des graphiques pour observer les variations et tendances.

Pour l'étude de la biodiversité des lépidoptères dans le temps et l'espace, une figure regroupant six cartes a été réalisée. Dans cette figure, on observe la carte de la province du Québec qui est notre aire d'étude principale. Les points géographiques de la base de données qui sont à l'extérieur de la province ne sont pas pris en compte. La carte la plus ancienne débute en 1875 et représente les données sur 25 ans, soit de 1875 jusqu'à la fin de 1899, ces bonds de 25 ans de données vont jusqu'aux données les plus récentes, soit en 2024. Cette image permet donc de combiner une analyse temporelle (par tranche de 25 ans) et une agrégation spatiale via une grille hexagonale. En effet, une grille hexagonale est utilisée pour éviter les effets de bord qu'on a avec une grille carrée. De plus, elle permet une meilleure agrégation spatiale. La projection utilisée pour cette carte est EPSG 32198, qui est la projection locale du Québec. Cela permet une représentation précise à l'échelle régionale. Pour finir, une moyenne de nombre d'espèces par cellule pour chaque période de temps a été fait. Ce qui donne une idée plus stable et comparable de la diversité à travers le temps. En conclusion, ces 6 cartes sont combinées en une seule image finale, ce qui permet une comparaison visuelle claire de l'évolution spatio-temporelle de la diversité spécifique au Québec. Ce qui est utile visualiser les zones où la diversité augmente, diminue ou reste stable.

La Figure 4 ci-dessous montrent l'évolution de la biodiversité des lépidoptères pour différentes périodes et critères.

Ces cartes montrent une augmentation de la couverture spatio-temporelle des données au fil des décennies. Plus on avance dans le temps, plus il y a des cellules remplies et plus les données sont denses et complètes. On voit aussi une légère augmentation du nombre d'espèces dans certaines régions, mais cette tendance est influencée par autre chose.

Un premier point important à aborder est que entre 1875 et 1899 il y a très peu de données et celle-ci sont concentrées autour de grandes villes comme Montréal, Québec, Sherbrooke, etc. La diversité moyenne pour cette période est faible à modérée, mais les données sont trop rares pour conclure quelques choses. Si on s'attarde entre 1900-1934 et 1925-1949, on remarque une progression lente de la couverture via les données d'échantillonnage. Il y a encore peu d'échantillons, donc les valeurs de diversité sont peu fiables. Les zones urbaines du sud par contre sont bien couvertes. De 1950-1974, on voit une nette amélioration de la couverture, des cellules commencent à atteindre une diversité de 7-9 espèces en moyenne dans le

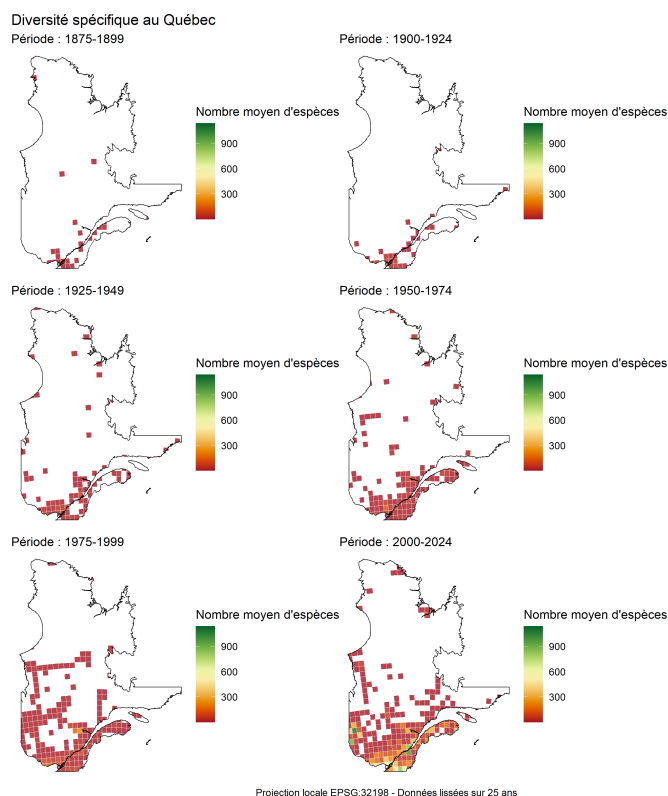


Fig. 3. Image de la province du Québec et de six cartes qui montrent l'évolution de la biodiversité des espèces de lépidoptères au fil du temps (fenêtres de 25 ans).

sud de la province. Par contre, de 1975-1999, il y a un essort de données. La majorité du sud du Québec est maintenant couverte, surtout autour des grands centres et zones agricoles. On remarque aussi plus de verts ce qui indique une augmentation du nombre d'espèces observées. Pour notre dernière plage de temps, de 2000-2024, il y a une couverture plus dense et étendue. La diversité moyenne est plus élevée dans plusieurs régions. Cela est probablement lié à une explosion des efforts de suivi, l'arrivée de bases de données en ligne comme iNaturalist.

3. Discussion

-Analyse 1 : -Analyse 2 : -Analyse 3 : Un biais de la cartes de biodiversité spatio-temporelle est que plus on avance dans le temps plus il y a d'observation ce qui est logique. Par contre, ces données reflètent aussi les efforts d'échantillonnage autant que la réalité biologique. Ce qui mène aussi à se poser la question pour les zones en rouges (faible diversité), à savoir si elles représentent réellement peu d'espèces ou simplement un manque de points d'échantillonnage. De plus, le sud du Québec a plus de données récoltées et c'est aussi là qu'on remarque une augmentation de la diversité. D'autre part, à partir de 1975, on voit une bonne stabilisation du nombre d'espèces moyen dans plusieurs cellules, ce qui pourrait refléter un effort d'échantillonnage suffisant pour capter la vraie diversité locale.

4. Conclusion

ACKNOWLEDGMENTS.

Significance Statement

1. Devictor V, et al. (2012) [Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale](#). *Nature Climate Change* 2:121–124.
2. Parmesan C, et al. (1999) [Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming](#). *Nature* 399(6736):579–583.