

**Est- ce que la composition du paysage prédit la mortalité routière au parc de
Plaisance?**

Par: Jessica St-Onge

Numéro Étudiant : 300112416

BIO 4009 – Projet de Recherche

21 Avril 2023

Superviseur : Gabriel Blouin-Demers

Université d'Ottawa

Département de Biologie

I. Résumé

La mortalité routière faunique est un problème majeur, surtout où les routes croisent d'important habitats fauniques. En effet, le réseau routier est une menace pour un large éventail d'espèces, incluant les mammifères, les oiseaux, et les reptiles. Le personnel du Parc national de Plaisance, Québec, Canada, a comptabilisé les mortalités routières sur les routes du parc entre 2013 et 2022. Les routes étudiées, environ 15 km, sont divisées en 12 sections et associées à 4 variables potentiellement prédictives environnementales. Les tortues tuées étaient plus fréquentes près des milieux humides et des étendues d'eau. Les couleuvres rayées étaient tuées près des forêts. Les écureuils roux et les tamias ont été tués en plus grand nombre près des forêts. Mon étude a permis d'identifier les sections avec plus de mortalités routières dans le parc et permettra d'implémenter de nouvelles stratégies afin de les diminuer.

II. Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude envers M. Gabriel Blouin-Demers pour son soutien et ses conseils tout au long de ce projet. Je souhaite également remercier les employés du Parc national de Plaisance pour leur collaboration qui a permis une récolte de données efficaces depuis 2013. Je souhaiterais également adresser mes remerciements à Jean-Marc Vallière ainsi que Jean-François Houle pour leur contribution à la réalisation de ce projet. Leur accès aux données a été essentiel et leur aide a permis de rendre ce projet possible.

Table des matières

I. Résumé.....	2
II. Remerciements.....	3
1. Introduction.....	6
2. Méthodes.....	8
Aire d'étude.....	8
Mesures de la composition du paysage.....	8
Analyses statistiques.....	9
3. Résultats.....	9
4. Discussion.....	10
5. Références.....	12

Listes des Tableaux

- Tableau 1.** Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité d'écureuils roux (n = 172) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.....14
- Tableau 2.** Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de tamias rayés (n = 201) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.....14
- Tableau 3.** Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de couleuvres rayées (n = 245) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.....15
- Tableau 4.** Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de tortues (n = 92) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.....15

Listes des Figures

- Figure 1.** Tronçons de routes où les mortalités routières ont été comptées de 2013 à 2022 dans le Parc national de Plaisance, Québec, Canada. Les routes étudiées ont été séparées en 12 sections.....16
- Figure 2.** Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables de prédiction de la composition du paysage. Les données ont été récoltées au Parc national de Plaisance, Québec, Canada de 2013 à 2022. Eau = Eau ouverte, Mh= Milieu humide, Foret = Forêt, Ouvert= Milieu ouvert.....17
- Figure 3.** Régressions linéaires de la mortalités routières des écureuils roux, des tortues, des tamias rayés et des couleuvres rayées au Parc national de Plaisance, Québec, Canada de 2013 à 2022 en fonction de la composition du paysage : eau ouverte, milieu humide et forêt. Les points représentent les 12 sections de routes échantillonnées, les lignes sont les régressions et la zone grise l'intervalle de confiance 95%.....18

1. Introduction

La mortalité routière fait référence au nombre d'animaux sauvages morts ou blessés sur les routes en raison de collisions avec un véhicule. Cela affecte un grand éventail d'espèces, notamment les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les amphibiens, et peut avoir un effet significatif écologique (Csanyi, 1997; Selva et al, 2015). Bien que certaines espèces telles les charognards bénéficient des carcasses, la grande majorité des espèces sont victimes de la mortalité routière (Rytwinski & Fahrig, 2013).

La mortalité routière est préoccupante en Amérique du Nord en raison de l'expansion des infrastructures de transport et de l'augmentation de la population humaine (Forman & Alexander, 1998). Une augmentation de la population augmente les véhicules sur la route et donc amplifie les chances de collisions animaux-véhicules. Les infrastructures routières ont donc des effets néfastes d'un point de vue écologique en causant un plus haut taux de mortalité. En effet, la perte de ces individus cause de la fragmentation des habitats de deux façons, soit par l'évitement des routes ou par mortalité dans le cas où ils tentent de traverser. Ces structures peuvent perturber les routes migratoires critiques et empêcher l'accès sécuritaire aux ressources vitales telles les zones de reproduction et d'alimentation (Seiler & Bhardwaj, 2020). Notamment, il est possible que cela entraîne une diminution du nombre d'espèces, que les routes affectent les populations, la diversité génétique et le fonctionnement des écosystèmes (Bryson et al, 2013). Il est donc nécessaire de comprendre les prédictors écologiques de la mortalité routière afin d'atténuer son impact.

Les prédictors écologiques sont des facteurs environnementaux qui influencent la probabilité de mortalité faunique sur les routes. La présence d'habitats attrayants,

d'habitat fragmentés, la densité de population animale et même la topographique sont des exemples de prédicteurs écologiques de la mortalité routière (Clevenger & Huijser, 2011). Quand les facteurs de prédictions sont bien compris, il est possible d'identifier les zones à hauts risques et d'élaborer des stratégies efficaces afin de diminuer le nombre de décès sur les routes.

Afin de réduire la mortalité routière, plusieurs mesures ont déjà été mises en place, telles l'installation de clôtures en bordure des routes, la construction de passages fauniques, la signalisation ainsi que la diminution de vitesse dans les endroits où il y a plus de traversées par la faune (Rytwinski et al, 2016). Ces efforts ont pour but d'atténuer les impacts des routes sur la faune tout en maintenant la connectivité écologique, ce qui est essentiel pour la santé et la durabilité à long terme des écosystèmes (Bowne, 2006). Bien que cela soit bon pour la biodiversité, il est important de mettre des efforts et d'investir où il est le plus nécessaire, telles les zones où il semble y avoir un plus grand trafic faunique comparativement à des zones où peu de faune est présente et où les collisions véhicules-animaux sont rares.

La modélisation statistique peut être utilisée afin d'identifier les prédicteurs liés au paysage, tels les types d'habitats retrouvés à proximité des routes, qui affectent la mortalité routière. Le but de mon étude est de prédire le nombre de mortalité routière pour 12 sections du réseau routier du Parc national de Plaisance, Québec, Canada, en analysant la composition du paysage à proximité de celles-ci.

La composition du paysage devrait affecter le risque de mortalité routières. Plus spécifiquement, je m'attends à ce qu'il y ait plus de mortalité de chacune des espèces dans leur habitat le plus souvent utilisé. En effet, je m'attends à plus de mortalité

d'écureuil roux et de tamia rayé dans les secteurs avec plus de forêt, qu'il y ait plus de mortalité de tortues dans les secteurs où plus de milieux humides sont présents, et qu'il y ait plus de mortalité de couleuvres rayées près des milieux ouverts.

2. Méthodes

Aire d'étude

La mortalité routière a été documentée d'avril à octobre de 2013 et 2022 sur le réseau routier du Parc national de Plaisance, Québec. Environ 15 km de routes, divisé en 12 sections, ont été suivis. Seulement le secteur de route où l'animal était retrouvé était pris en note sur le terrain, les localisations précises ne sont donc pas disponibles. Les routes ont été patrouillées quotidiennement par les employés du parc en véhicule et, si une mortalité était observée, l'espèce, la date et la zone étaient notées. Les carcasses retrouvées étaient déplacées assez loin de la route afin d'éviter la répétition d'observations.

Mesures de la composition du paysage

J'ai utilisé ArcGIS 10.8.1 pour caractériser les sections de routes. J'ai quantifié la couverture terrestre qui entoure les routes à partir de la carte topographique à l'échelle de 1/20 000 (précision de 4 m) du ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec. Afin de quantifier la composition du paysage, des zones tampon d'un rayon de 100m ont été créées autour des sections de routes (Figure 1). J'ai ensuite calculé la proportion de forêt, de milieu humide, d'eau ouverte et de milieux ouverts dans chaque zone.

Analyses statistiques

J'ai utilisé des régressions linéaires simples. En raison de ma modeste taille d'échantillon, les analyses ont été faites séparément pour chaque espèce avec chacune des variables de paysage. Comme variable dépendante, j'ai utilisé le nombre de mortalités totales de 2013-2022 de chaque section divisée par la longueur (m) de cette section de route pour donner le nombre de mortalité d'une espèce/m. Les variables prédictives étaient les proportions de forêt, de milieux humides, d'eau ouverte et de milieux ouverts. J'ai exclu les variables de paysages démontrant de la multicolonéarité ($r > 0.7$), soit entre milieux ouverts et forêt ($r = 0.9$; Figure 2) ainsi qu'entre milieux ouverts et milieux humides ($r = 0.7$; Figure 2) (Moore et al, 2013). J'ai exclu la variable de paysage des milieux ouverts puisqu'elle explique la même variation que la proportion de forêts et la proportion de milieux humides. Assez de données étaient disponibles pour 4 espèces pour faire des analyses, soit les tortues, tamias rayés, écureuils roux ainsi que les couleuvres rayées. J'ai effectué mes analyses statistiques dans R version 4.1.1 (Rstudio Team 2022)

3. Résultats

Un total de 903 mortalités ont été observées entre 2013 et 2022 sur les routes du Parc national de Plaisance. Pour les analyses, seulement les espèces ayant suffisamment de mortalités, soit les écureuils roux, les tortues, les tamias rayés et les couleuvres rayées, ont été pris considérées, pour un total de 710 mortalités.

Les couleuvres rayées représentaient 35 % ($n = 245$) des observations, les tamias rayés 28 % ($n = 201$), les écureuils roux 24 % ($n = 172$) et les tortues 13 % ($n = 92$).

Seulement une régression était significative, il y avait plus de mortalité d'écureuils roux quand il y avait plus de forêt ($R^2= 0.425$, $p= 0.02$; Figure 3).

4. Discussion

Il y a eu un nombre élevé de mortalités fauniques observées sur les routes du Parc national de Plaisance. Les écureuils roux, les tortues, les tamias rayés et les couleuvres rayées sont les espèces les plus fréquentes. Il existait des différences dans les taux de mortalité entre les différents tronçons de route pour chacune des espèces analysées. Il est donc important de considérer l'impact des réseaux routiers sur la faune au niveau local.

La relation significative entre le couvert forestier et le taux de mortalité des écureuils roux, suggérant que les zones forestières pourraient fournir un habitat et un refuge pour cette espèce, comme initialement prédit. La proportion de zones humides dans le paysage était positivement associée au nombre d'écureuils roux, de tamias rayés et de tortues tués, mais les relations n'étaient pas significatives. Cependant, avec une taille d'échantillon modeste, il est important de noter que la puissance des tests statistiques était limitée.

Mon étude avait certaines limites. La taille de l'échantillon est relativement petite, ce qui limite la puissance statistique de mes analyses (di Stephano, 2003). Le problème de puissance est particulièrement préoccupant puisqu'il peut y avoir une taille d'effet relativement élevée, mais une valeur p non significative en raison de la petite taille de l'échantillon. Des analyses de puissance post hoc ont démontré qu'un échantillon de 28 serait requis afin que l'effet des milieux humides sur la mortalité des tortues soient significatif, de 32 pour les tamias rayés et les forêts et de 45 pour les couleuvres rayées et les forêts. Donc, une taille d'échantillon plus grande aurait été nécessaire pour obtenir des relations statistiquement significatives

Beaucoup d'efforts ont déjà été investis dans le Parc national de Plaisance pour minimiser l'impact des routes sur la faune, notamment l'installation de panneaux de signalisation, la réduction des limites de vitesse et des programmes de sensibilisation des visiteurs. Bien que mon étude fournisse des informations importantes sur l'effet du paysage sur la mortalité routière, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour augmenter la puissance de mes analyses.

5. Références

- Bowne, D. R., Bowers, M. A., & Hines, J. E. (2006). Connectivity in an agricultural landscape as reflected by interpond movements of a freshwater turtle. *Conservation Biology*, 20(3), 780-791.
- Bryson Jr, R. W., Savary, W. E., & Prendini, L. (2013). Biogeography of scorpions in the *Pseudouroctonus minimus* complex (Vaejovidae) from south-western North America: Implications of ecological specialization for pre-Quaternary diversification. *Journal of Biogeography*, 40(10), 1850-1860.
- Cartes topographiques à l'échelle de 1/20 000*. (n.d.). Données Québec. Retrieved April 6, 2023, from <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/cartes-topographiques-a-l-echelle-de-1-20-000>
- Clevenger, A. P., & Huijser, M. P. (2011). *Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America* (No. FHWA-CFL-TD-11-003). United States. Federal Highway Administration. Central Federal Lands Highway Division.
- di Stephano, J. (2003). How much power is enough? Against the development of an arbitrary convention for statistical power calculations. *Functional Ecology*, 17(5), 707-709.
- Forman, R. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1), 207-231.
- Loney, T., & Nagelkerke, N. J. (2014). The individualistic fallacy, ecological studies and instrumental variables: a causal interpretation. *Emerging themes in epidemiology*, 11(1), 1-6.
- Moore, D. S., Notz, W. I., & Flinger, M. A. (2013). The basic practice of statistics

(6th ed.). New York, NY: W. H. Freeman and Company.

Rytwinski, T., & Fahrig, L. (2013). Why are some animal populations unaffected or positively affected by roads? *Oecologia*, *173*(3), 1143–1156.

Rytwinski, T., Soanes, K., Jaeger, J. A., Fahrig, L., Findlay, C. S., Houlahan, J., ... & van der Grift, E. A. (2016). How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *PLoS one*, *11*(11), e0166941.

Seiler, A., & Bhardwaj, M. (2020). Wildlife and traffic: an inevitable but not unsolvable problem?. *Problematic Wildlife II: New Conservation and Management Challenges in the Human-Wildlife Interactions*, 171-190.

Selva, N., Switalski, A., Kreft, S., & Ibsch, P. L. (2015). Why keep areas road-free? The importance of roadless areas. *Handbook of road ecology*, 16-2

Tableau 1. Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité d'écureuils roux (n = 172) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.

Variables	Estimé	Degré de liberté	Valeur p
Intercept	0.016	8	0.00283
Eaux ouverte	0.00050	8	0.9178
Milieus humides	-0.00182	8	0.6815
Forêt	0.0097	8	0.0216

Tableau 2. Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de tamias rayés (n = 201) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.

Variables	Estimé	Degré de liberté	Valeur p
Intercept	0.017	8	0.0044
Eaux ouverte	0.002184	8	0.69512
Milieus humides	-0.00055	8	0.92739
Forêt	0.006726	8	0.13260

Tableau 3. Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de couleuvres rayées (n = 245) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.

Variables	Estimé	Degré de liberté	Valeur p
Intercept	0.021128	8	0.00138
Eaux ouverte	0.002365	8	0.72339
Milieux humides	-0.00679	8	0.212550
Forêt	0.006207	8	0.202849

Tableau 4. Modèle linéaire étudiant les effets de la composition de paysage et le nombre de mortalité de tortues (n = 92) sur les routes du Parc national de Plaisance, Québec, Canada entre 2013 et 2022. Les valeurs p significatives pour $\alpha = 0.05$ sont en gras.

Variables	Estimé	Degré de liberté	Valeur p
Intercept	0.011767	8	0.00954
Eaux ouverte	-0.002814	8	0.53053
Milieux humides	0.005809	8	0.1120
Forêt	0.001142	8	0.81283

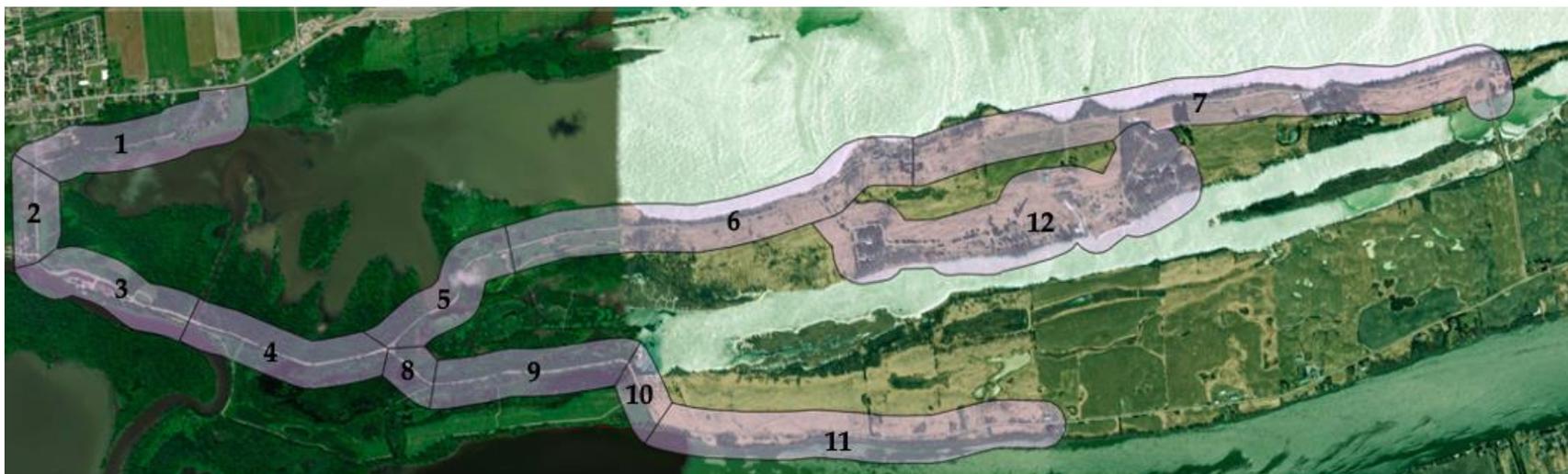


Figure 1. Tronçons de routes où les mortalités routières ont été comptées de 2013 à 2022 dans le Parc national de Plaisance, Québec, Canada. Les routes étudiées ont été séparées en 12 sections.

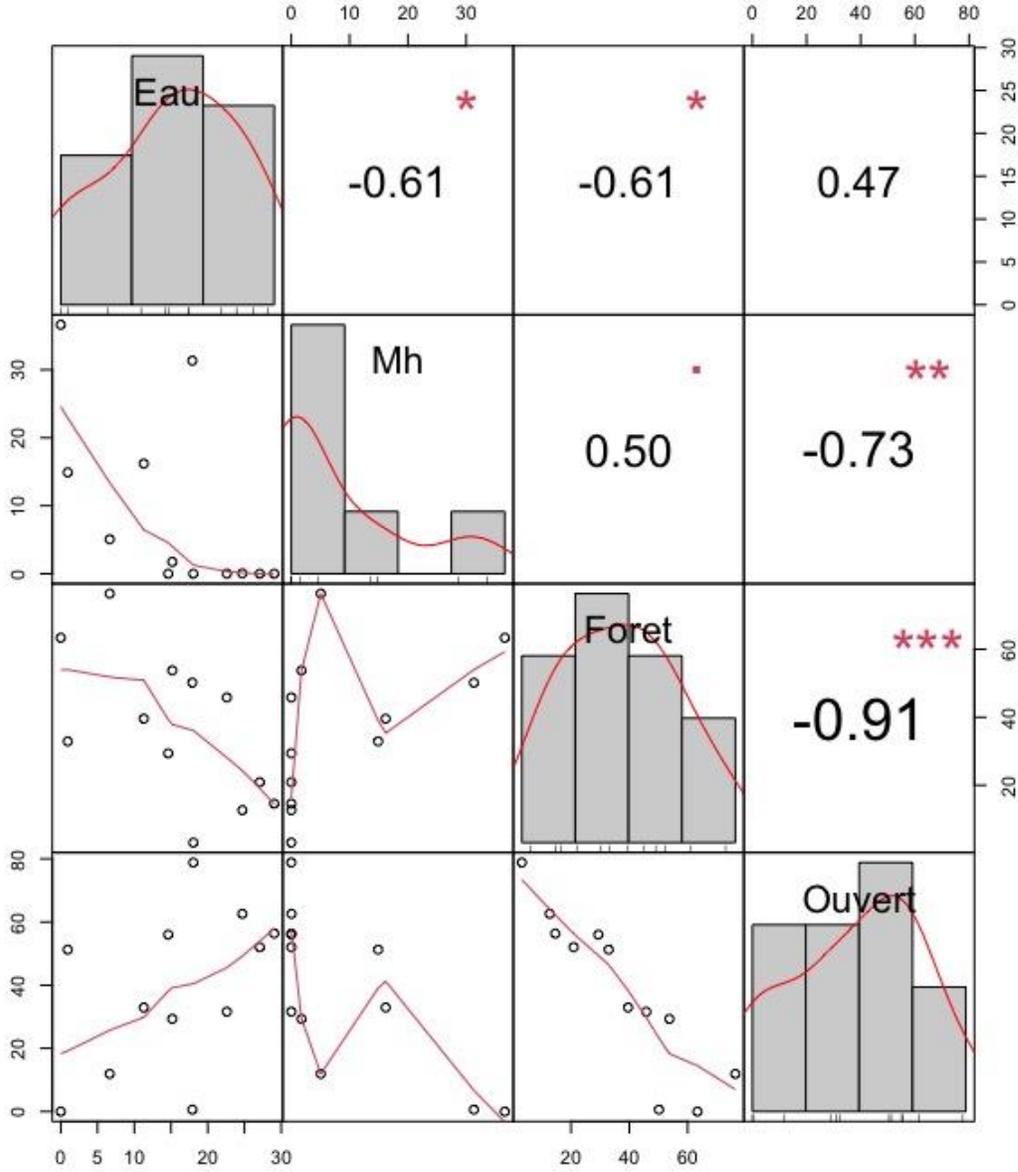


Figure 2. Coefficient de corrélation de Pearson entre les variables de prédiction de la composition du paysage. Les données ont été récoltées au Parc national de Plaisance, Québec, Canada de 2013 à 2022. Eau = Eau ouverte, Mh= Milieu humide, Foret = Forêt, Ouvert= Milieu ouvert.

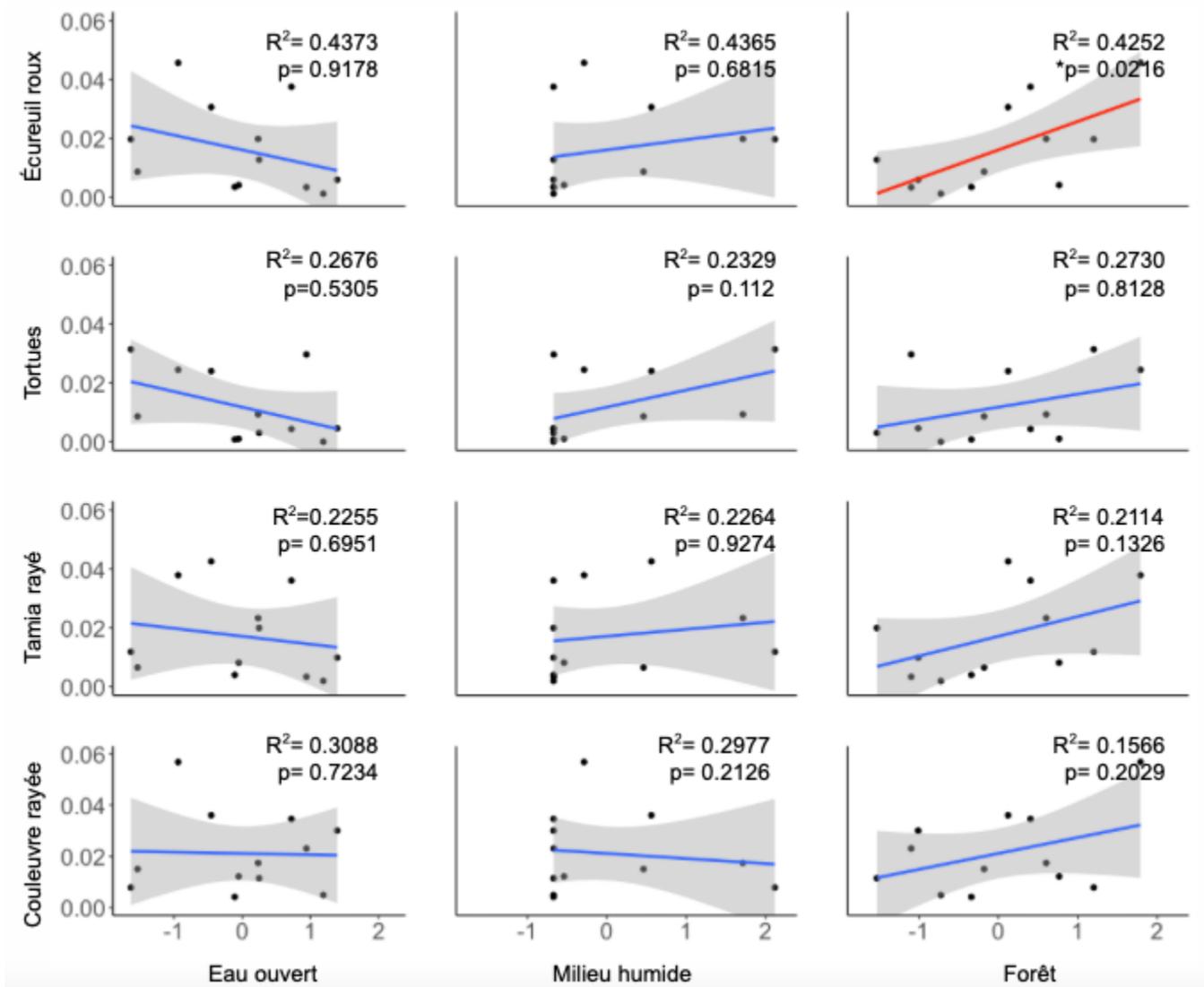


Figure 3. Régressions linéaires de la mortalités routières des écureuils roux, des tortues, des tamias rayés et des couleuvres rayées au Parc national de Plaisance, Québec, Canada de 2013 à 2022 en fonction de la composition du paysage : eau ouverte, milieu humide et forêt. Les points représentent les 12 sections de routes échantillonnées, les lignes sont les régressions et la zone grise l'intervalle de confiance 95%.