

Frontières forestières : l'effet de bordure et ses répercussions sur le microclimat en forêt québécoise

Antoine Harel¹, Evelyne Thiffault¹, David Paré², Maude Laroche³, François Bilodeau³

¹ Université Laval, Département des sciences du bois et de la forêt, ² Ressources Naturelles Canada, Centre de foresterie des Laurentides, ³ Hydro-Québec
Contact : antoine.harel.1@ulaval.ca



Sous les lignes à haute tension (c.-à-d. l'emprise), les sols sont plus chauds et humides que dans les forêts adjacentes. Pour ces forêts, il n'y a pas d'effet de bordure (edge effect) pour le microclimat (forêt de transition vs forêt témoin).

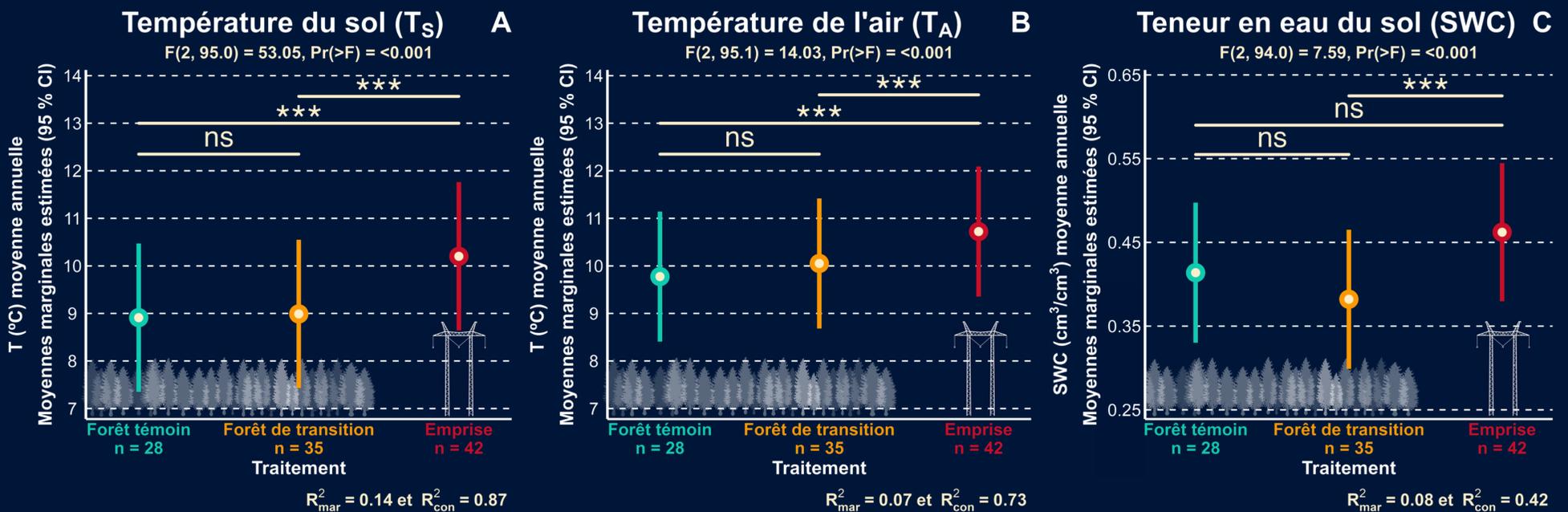


Figure 1. Moyennes marginales estimées (point) et l'intervalle de confiance (95 %) pour (A) la température moyenne annuelle du sol (T_s), (B) la température moyenne annuelle de l'air (T_a) et (C) la teneur en eau moyenne annuelle du sol (SWC) calculée à partir d'un modèle linéaire mixte de forme $Y \sim \text{traitement} + (1 | \text{site})$.

Avec R^2_{mar} le pourcentage de variance expliquée par l'effet fixe et R^2_{con} le pourcentage de variance expliquée par l'effet fixe et l'effet aléatoire. Code significatif : *** p.adj < 0.001, ** 0.001 < p.adj < 0.01, * 0.01 < p.adj < 0.05, ns p.adj > 0.05

1. Introduction et objectif

- Contexte** : 40 000 km de ligne à haute tension au Québec (Figure 2). L'emprise (c.-à-d. la zone déboisée en dessous d'une ligne à haute tension, Figure 3) est une perturbation linéaire dans le paysage. Les forêts adjacentes (c.-à-d. forêts de transition) sont donc soumises à un effet de bordure qui influence le microclimat et la dynamique de la végétation et du carbone (c'est d'ailleurs le sujet de mon doctorat !).
- Problématique** : l'empreinte carbone de l'hydroélectricité québécoise est à parfaire, notamment en ce qui concerne les émissions de carbone biogénique et le potentiel de séquestration. Le microclimat (c.-à-d. les conditions locales climatiques en dessous de la canopée) influence plusieurs processus écologiques à la surface et dans le sol (p. ex. flux de CO_2 et de CH_4 du sol, décomposition du bois, etc.). Or, le microclimat dans les emprises et dans les forêts de transitions ne semble pas avoir été étudié encore au Québec.
- Hypothèse de départ** : puisque la végétation (herbacée, arbustive et arborescente) module le microclimat (via l'évapotranspiration, l'interception de la lumière et des précipitations, etc.), si la structure de la végétation est différente dans le système emprise – forêt de transition – forêt témoin (Figure 3), alors le microclimat devrait lui aussi être différent.
- Objectif de recherche** : documenter le comportement du microclimat dans le système emprise – forêt de transition – forêt témoin.

2. Méthodologie

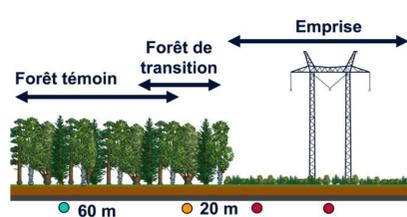


Figure 3. Dispositif expérimental

- Dispositif expérimental** : 8 sites au Québec, avec dans chaque site : 4 sondes de microclimat dans l'emprise, 4 dans la forêt de transition et 4 dans la forêt témoin (Figures 2 et 3). Les sondes (n = 105) mesurent T_s , T_a et SWC aux 15 minutes. Période étudiée : août – nov. 2022 et mai – juil. 2023 (pour la neige : août 2022 – juil. 2023).
- Analyses statistiques** : 12 variables réponses calculées à l'échelle de la sonde. Pour T_s , T_a et SWC : moyenne annuelle, écart intra-journalier. Modèle linéaire mixte avec le traitement (emprise, forêt de transition et forêt témoin) comme effet fixe et le site comme effet aléatoire. Estimation des moyennes marginales (intervalle de confiance à 95 %). Donc en tout 12 modèles de mêmes structures furent réalisés.



Figure 2. Sites de recherche (Québec, Canada)

3. Résultats

- La température **moyenne annuelle** du sol (T_s) et de l'air (T_a) est plus élevée dans les emprises que dans les forêts ; la teneur en eau (SWC) moyenne annuelle du sol est plus élevée dans les emprises que dans les forêts de transition (Figure 1).
- En termes d'**écart intra-journalier** ($Q_{95} - Q_{05}$ journalier), T_s et T_a varient beaucoup plus dans la journée dans les emprises que dans les forêts avec pour T_s $F(2, 94.8) = 10.81$, $\text{Pr}(>F) = <0.001$ et pour T_a $F(2, 95.1) = 216.40$, $\text{Pr}(>F) = <0.001$. Pour SWC, il n'y a pas d'effet significatif entre les forêts témoins, de transition et les emprises $F(2, 95.9) = 1.26$, $\text{Pr}(>F) = 0.287$.
- Le nombre de jours par an où le **sol est recouvert de neige** (c.-à-d. + de 3 jours d'affilée où $T_a < 1.25^\circ\text{C}$) est plus élevé dans les forêts (en moyenne 158 et 156 jours par an dans les forêts témoins et dans les forêts de transition respectivement) que dans les emprises (en moyenne 145 jours par an) $F(2, 95.1) = 10.41$, $\text{Pr}(>F) = <0.001$.

4. Quoi retenir et perspectives de recherche

- Discussion** : les sols dans les emprises sont donc en moyenne plus chauds et humides que les sols en forêts adjacentes et T_s et SWC varient davantage dans la journée et dans l'année. Néanmoins, en forêt, le microclimat ne semble pas subir d'effet de bordure. Sur ce point, notre hypothèse est que la structure de la végétation (et donc l'interception de la lumière et des précipitations, l'évapotranspiration, etc.) est similaire dans les forêts de transition et les forêts témoins. Or, dans l'emprise, l'absence de la végétation arborescente (et parfois arbustive) permet à plus de lumière et de précipitation d'atteindre le sol (et il y a moins d'évapotranspiration).
- Perspective de recherche** : (1) étudier l'effet de la canopée sur les valeurs extrêmes de microclimat, (2) identifier et quantifier l'effet des facteurs biotiques et abiotiques susceptibles de moduler la dynamique temporelle et spatiale du microclimat dans une perspective de modélisation à plus grande échelle.

Remerciements

Hydro-Québec, Alain Tremblay, Nour Srour, Véronique Rouleau, Claudie-Maude Canuel, Lucas Moreau, Joannie Beaulne-Raymond, Florence Leduc, Catherine Beaulieu, Olivier Villemain-Côté, Guillaume Moreau, Anne Bernard, Madeleine Prudhommeaux, José-Gabriel Yee Paré, Salomé Chamorro-Godin, Renée Hudon, Vicky Martin.

Financement

CRSNG-Alliance (ALLRP 565308-21), bourse CRSNG-NSERC (BESC D, Antoine Harel, 2023), Hydro-Québec, CIRODD.