

Évaluation de la connectivité de l'habitat du caribou forestier selon différents scénarios d'aménagement écosystémique

Points saillants

- La modélisation spatiotemporelle d'un aménagement forestier écosystémique est utile pour évaluer à long terme la quantité d'habitat du caribou forestier et la connectivité du paysage.
- Le cycle de coupes a un impact majeur sur la superficie d'habitat du caribou forestier, ainsi que sur son niveau de connectivité.
- Pour un même niveau de coupe, la taille des perturbations affecte également la connectivité des habitats du caribou forestier.
- L'agglomération des coupes dont la taille s'inspire de celle des feux est une stratégie intéressante pour le maintien de larges massifs d'habitat pour cette espèce.

Le caribou forestier est adapté aux paysages comportant de larges massifs de forêt continue dont la mosaïque est principalement dynamisée par les feux de forêt. L'exploitation des ressources forestières au cours du dernier siècle a engendré le morcellement de ces massifs de forêt, détériorant du même coup l'habitat du caribou. Aujourd'hui, la moitié des hardes sont en déclin au Canada et pourraient disparaître au cours du prochain siècle. Le caribou forestier est désormais placé sur la liste des espèces menacées au Canada.

Le caribou forestier requiert de vastes massifs d'habitat compris entre les empreintes des grands feux. Il faut savoir que, dans la pessière à mousses de l'Ouest du Québec, il brûlait historiquement plus de superficie forestière qu'aujourd'hui et que les populations de caribous ont tout de même réussi à s'y maintenir. Toutefois, nous sommes à même de penser que l'exploitation forestière, telle qu'elle est pratiquée de nos jours, ne respecte pas les besoins d'habitat du caribou forestier. Dans un contexte

d'aménagement écosystémique où on tente d'imiter l'effet des perturbations naturelles sur le paysage, il apparaît judicieux d'ajuster le taux de récolte en tenant compte des taux de brûlage actuels et historiques. On peut donc envisager qu'en considérant l'effet combiné des coupes et des feux actuels, on puisse faire en sorte que l'impact de ces perturbations sur la superficie d'habitat du caribou soit similaire à celui des feux passés (Figure 1). Ainsi, un cycle de coupe approprié permettrait de maintenir une quantité adéquate de vieilles forêts, indispensable à la survie du caribou forestier.

La superficie récoltée n'est pas le seul aspect à considérer, la répartition spatiale des coupes est un enjeu très important. Alors qu'au début de la décennie, la coupe en mosaïque était préconisée au Québec, il est vite apparu évident que cet « étalement des coupes » sur le territoire amplifiait la fragmentation des grands massifs forestiers restants. De plus, ce mode de répartition spatiale des coupes implique la construction plus rapide de nouveaux chemins forestiers, ce qui peut favoriser le déplacement des prédateurs du caribou et accroître le dérangement humain.

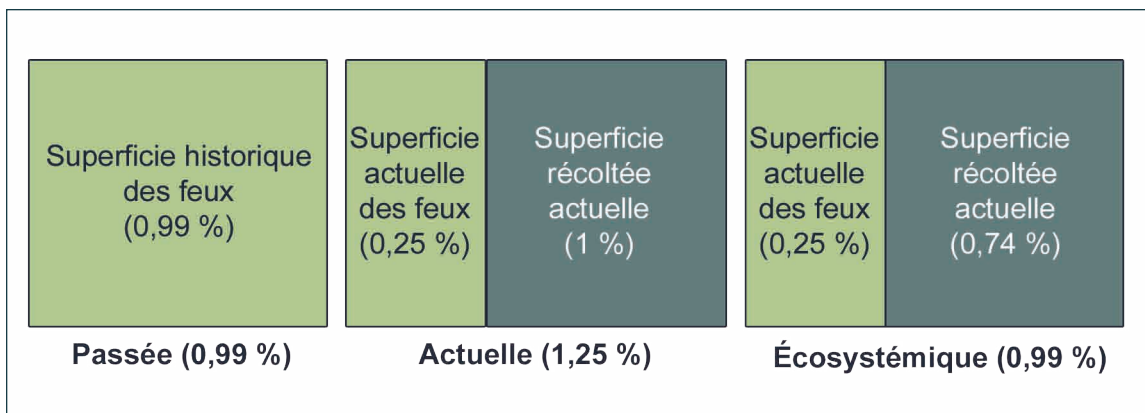


Figure 1. Exemple d'ajustement de la superficie de récolte actuelle (% par an) en fonction de la superficie historique brûlée. Dans la période passée et dans la stratégie d'aménagement écosystémique, la superficie totale perturbée reste la même, alors qu'elle est supérieure dans le régime actuel de coupes.

Afin de confiner les impacts négatifs de l'enlèvement du couvert forestier dans un espace plus concentré, l'agglomération des coupes se présente comme une option envisageable. L'agglomération des coupes permettrait de concentrer les interventions sylvicoles sur une moins grande partie du territoire aménagé, ce qui diminuerait le dérangement du caribou et la fragmentation de la matrice forestière. De plus, une dispersion adéquate des agglomérations de coupe dans le paysage permettrait également de maintenir des massifs d'habitat à long terme et une bonne connectivité entre ceux-ci. De nouveaux massifs d'habitat deviendront propices au caribou forestier lorsque les anciennes coupes agglomérées seront devenues des peuplements matures. Bref, sur une longue période temporelle, l'application d'une telle stratégie résulterait en une plus grande similitude des paysages aménagés avec les empreintes spatiales laissées en paysages naturels par les feux.

La modélisation spatiotemporelle comme outil d'aide à la décision

Pour évaluer les impacts potentiels de l'aménagement forestier écosystémique sur l'habitat du caribou forestier, nous avons élaboré un modèle spatiotemporel pour aider la prise de décisions stratégiques.



Figure 2. Localisation de l'aire d'étude.

Des scénarios d'aménagement forestier ont alors été programmés dans la plateforme SELES (*Spatially Explicit Landscape Event Simulator*). Le territoire projeté dans le temps simulé correspond au nord de l'unité d'aménagement forestier (UAF) 085-51 située au nord-ouest de la forêt commerciale du Québec (Figure 2). La harde frontalière Québec-Ontario de caribou forestier fréquente ce territoire aménagé. L'aire de distribution de la harde est la plus grande connue au Canada, couvrant environ 65000 km². Cette harde comptait environ 500 à 600 individus au début de la décennie mais déclinerait d'environ 4 à 5 % annuellement. La planification stratégique de l'aménagement forestier écosystémique est alors pertinente afin de créer un paysage qui pourrait assurer la présence à long terme du caribou forestier.



Le modèle est caractérisé par l'action de trois événements du paysage (*landscape events*). Premièrement, nous tenons compte de la **succession forestière** qui permet de faire évoluer l'âge, la composition et la structure des peuplements dans le temps. Ensuite, nous intégrons le cycle des feux, donc les **événements de feux** qui perturbent le territoire de façon stochastique dans le temps et l'espace. Finalement, la récolte forestière s'opère par des **agglomérations de coupes** qui sont placées dans le paysage en fonction des contraintes spatiales (âge d'exploitabilité, aires protégées, etc.). Les plus grandes agglomérations sont localisées en premier sur le territoire, ce qui optimise la spatialisation des coupes en fonction des plus grandes parcelles de forêt exploitables disponibles. À l'intérieur des agglomérations de coupe, une portion de coupes partielles similaire à la portion de forêt partiellement brûlée dans un feu est également intégrée à nos modèles (30 %).

Trois cycles de feux historiques ont été considérés pour déterminer les cycles de coupes complémentaires au cycle de feu actuel, soit des cycles de feux historiques de 101, 135 et 189 ans (Tableau 1). Lorsqu'on considère que le cycle de feu actuel est de 398 ans, les trois cycles de coupes permettant une marge de manœuvre par rapport aux feux historiques seraient de 135, 204 et 360 ans respectivement.

Occurrence	Feux historiques	Feux actuels	Coupes actuelles complémentaires	Perturbations totales actuelles
Cycle (ans)	101	398	135	101
Fréquence (%/an)	0,99	0,25	0,74	0,99
Cycle (ans)	135	398	204	135
Fréquence (%/an)	0,74	0,25	0,49	0,74
Cycle (ans)	189	398	360	189
Fréquence (%/an)	0,53	0,25	0,28	0,53
Références	Bergeron et al. 2004 ; 2006	Bergeron et al. 2004	--	--

Tableau 1. Occurrence des feux historiques et actuels retenus pour déterminer l'occurrence des coupes actuelles complémentaires.

Pour les territoires ayant fait l'objet d'étude sur l'historique des feux de forêt, il est possible de déterminer des cibles relatives à la superficie des agglomérations de coupe de façon à s'inspirer du patron spatial des feux. Trois distributions de la superficie des agglomérations de coupes ont alors été considérées (Tableau 2) pour chaque cycle de coupes, ce qui totalise 9 scénarios. Deux de ces distributions proviennent d'études empiriques sur les feux alors que la dernière distribution (où les agglomérations de plus de 100 km² couvrent 40 % de la superficie coupée) a été ajoutée afin de compléter un gradient de fragmentation au sein de nos simulations.

Superficie de la perturbation	Pourcentage de la superficie totale perturbée		
100 km ² et +	40	60	80
10 à 99,9 km ²	45	30	15
1 à 9,9 km ²	15	10	5
Références	--	Bergeron et al., 2004	Perron et al., 2008
Code de la distribution	A	B	C

Tableau 2. Pourcentage de la superficie totale coupée sur l'ensemble du territoire à chaque période de 25 ans et ce, pour chaque classe de superficie de l'agglomération de coupes. Les données de superficies brûlées servent de cibles pour les superficies coupées lors des simulations.

Suivi temporel de la superficie d'habitat du caribou forestier

Plus le cycle de coupes est long, plus la superficie d'habitat de caribou forestier dans le paysage sera grande (Figure 3). Il faut environ 125 ans avant que le paysage se stabilise, c'est-à-dire que les empreintes spatiales laissées par les coupes passées s'effacent. Pour la période stable, le scénario sans coupes génère le double de la superficie d'habitat par rapport aux scénarios dont le cycle de coupes est de 135 ans. Pour maintenir la superficie actuelle d'habitat, un cycle de coupes de 360 ans (soit un taux de récolte de 0,28 % par an) serait à envisager pour le prochain siècle.

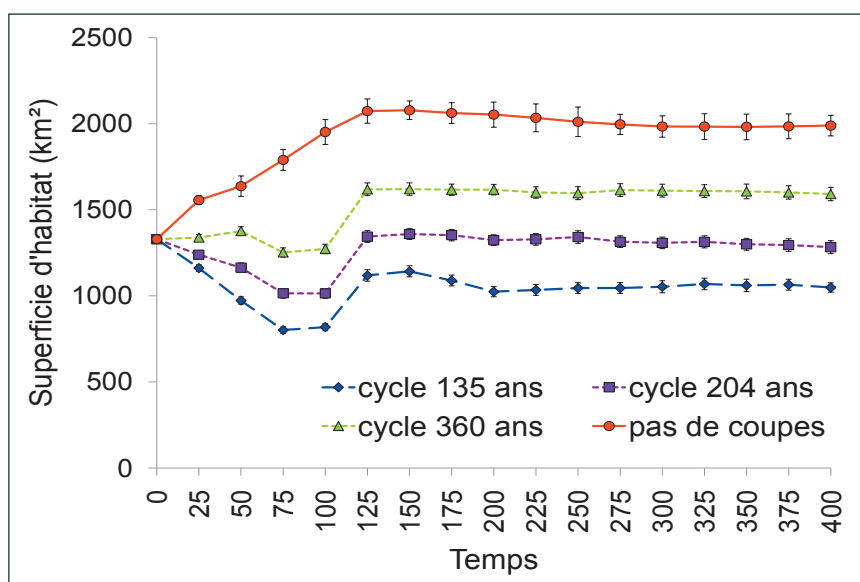


Figure 3. Évolution de la superficie d'habitat du caribou forestier dans le paysage (± 2 erreurs-types) dans le temps simulé en fonction du cycle de coupes.

Évaluation de la connectivité de l'habitat du caribou forestier

La connectivité entre les parcelles d'habitat de qualité a été mesurée avec l'approche de la théorie des graphes spatiaux, une méthode permettant d'établir des liens entre les parcelles d'habitat de façon à représenter le paysage comme un réseau pour les organismes en dispersion (e.g. Figure 4). Le *Minimum Planar Graph* (MPG) est l'indice de connectivité qui a été mesuré après 400 ans de simulation.

La connectivité étant corrélée positivement à la superficie d'habitat, la mesure du MPG après 400 ans est adéquate puisqu'elle représente toute la période où la superficie d'habitat dans le paysage est stable, c'est-à-dire après 125 ans dans notre simulation. La Figure 5 démontre que plus la proportion couverte par les grandes agglomérations de coupe est élevée, plus la connectivité est bonne pour un cycle de coupes donné.

Concrètement, la connectivité mesurée avec le MPG est meilleure lorsque les parcelles d'habitat sont de plus grandes superficies et lorsque que les liens entre celles-ci sont moins longs et nombreux (Figure 5). Ceci implique pour le caribou forestier que le paysage lui procurerait de larges massifs d'habitat dont il a besoin au cours de son cycle vital ainsi que des déplacements moins longs entre les massifs d'habitat. La matrice forestière pourrait alors être plus propice au caribou pour effectuer des déplacements à distance de ses prédateurs.

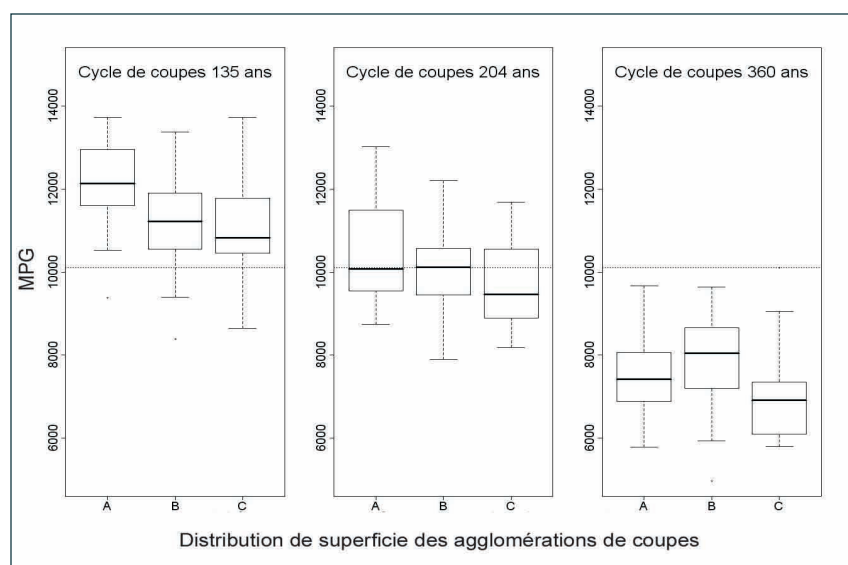


Figure 4. Diagrammes en boîtes et moustaches représentant le MPG (*Minimum Planar Graph*) en fonction de la distribution de superficie des agglomérations de coupes (A, B ou C ; voir Tableau 2) et ce, pour les 3 cycles de coupes complémentaires. La ligne pointillée horizontale représente la valeur actuelle du MPG.

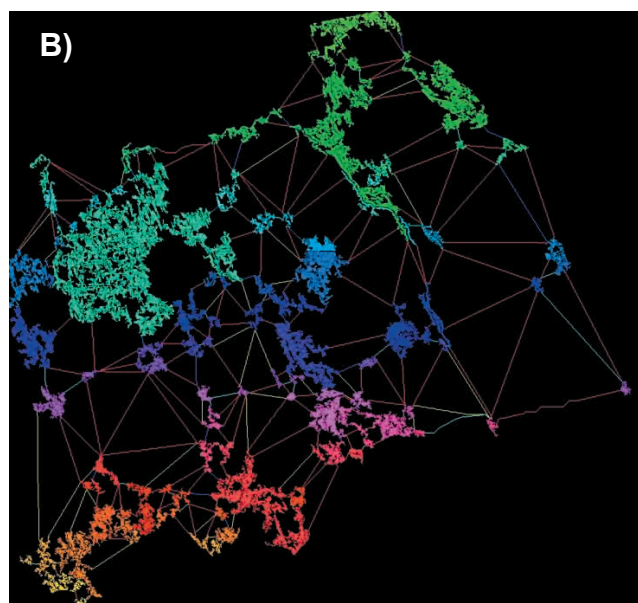
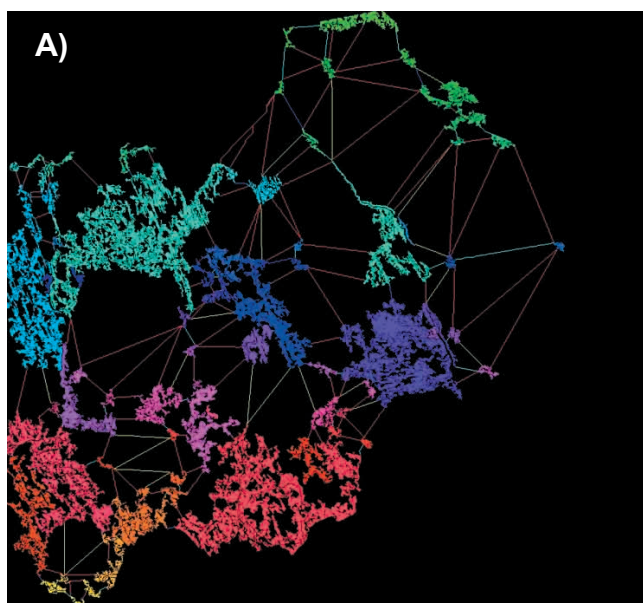


Figure 5. Représentation de la connectivité du paysage entre les habitats de qualité après 400 ans de simulation avec un même cycle de coupes (204 ans) selon deux distributions de superficie des agglomérations de coupe : A) moins de grandes agglomérations de coupes (distribution A) et MPG de 11490. B) plus de grandes agglomérations de coupes (distribution C) et MPG de 8189.

Lectures additionnelles

Belleau, A., Y. Bergeron, A. Leduc, S. Gauthier et A. Fall. 2007. *Using spatially explicit simulations to explore size distribution and spacing of regenerating areas produced by wildfires: recommendations for designing harvest agglomerations for the Canadian boreal forest*. For. Chron. 83(1): 72-83.

Bergeron, Y., D. Cyr, C. R. Drever, M. Flannigan, S. Gauthier, D. Kneeshaw, E. Lauzon, A. Leduc, O. Le Goff, D. Lesieur et K. Logan. 2006. *Past, current, and future fire frequencies in Quebec's commercial forests: implications for the cumulative effects of harvesting and fire on age-class structure and natural disturbance-based management*. In: National Research Council Canada-N R C Research Press. p. 2737-2744.

Bergeron, Y., S. Gauthier, M. Flannigan et V. Kafka. 2004. *Fire regimes at the transition between mixedwood and coniferous boreal forest in Northwestern Quebec*. Ecol. 85(7): 1916-1932.

Brown, G.S., W.J. Rettie, R.J. Brooks et F.F. Mallory 2007. *Predicting the impacts of forest management on woodland caribou habitat suitability in black spruce boreal forest*. For. Ecol. Manag. 245(1-3): 137-147.

Implications pour l'aménagement

- Il est important de planifier spatialement l'aménagement forestier sur une longue période afin d'évaluer si la connectivité du paysage demeure dans une gamme de variabilité propice aux espèces les plus sensibles.
- L'agglomération des coupes est une stratégie qui pourrait permettre de maintenir de grands massifs d'habitat essentiels au caribou forestier. La distribution de superficie des agglomérations de coupes devrait se baser sur celle des feux.
- Pour un même cycle de coupes, il est possible d'améliorer la connectivité du paysage en agglomérant les coupes sur de plus grandes superficies. On maximise l'impact positif sur l'habitat du caribou forestier en localisant les grandes agglomérations de coupes dans les secteurs moins recherchés par ce dernier.
- Le cycle de coupes devrait tenir compte du cycle de feu actuel pour que la superficie totale perturbée soit équivalente à ce que le cycle de feu historique occasionnait. La présente étude suggère d'allonger le cycle de coupes afin de maintenir la superficie d'habitat actuelle du caribou forestier.



Courtois, R., J.P. Ouellet, C. Dussault et A. Gingras. 2004. *Forest management guidelines for forest-dwelling caribou in Quebec*. For. Chron. 80(5): 598-607.

Fall, A., M.J. Fortin, M. Manseau et D. O'Brien. 2007. *Spatial graphs: Principles and applications for habitat connectivity*. Ecosys. 10(3): 448-461.

Gauthier, S., M.-A. Vaillancourt, A. Leduc, L. De Grandpré, D. Kneeshaw, H. Morin, P. Drapeau et Y. Bergeron 2008. *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Presses de l'Université du Québec, Québec. 568 p.

Écrit par : Évan Hovington, Louis Imbeau PhD et Osvaldo Valeria PhD
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Canada

Les opinions, conclusions et recommandations exprimées dans la présente publication sont celles de leurs auteurs et ne doivent pas être interprétées comme étant celles du Réseau de gestion durable des forêts.

Pour de plus amples renseignements sur la série de notes de recherches et d'autres publications du Réseau GDF, visitez notre site Internet au <http://sfmnetwork.ca> ou communiquez avec le Réseau de gestion durable des forêts, Université de l'Alberta, Edmonton (AB). Tél. : (780) 492-6659. Courriel : info@sfmnetwork.ca

Coordination : S. Dallaire
Graphisme et mise en page : K. Kopra

© RGDF 2010

ISSN 1715-099X