

## **La restauration de l'habitat forestier, une étape fondamentale pour la sauvegarde des populations du caribou des bois**

Alison D. Munson et Clémentine Pernot, Université Laval

Le rajeunissement de la forêt et la fragmentation de l'habitat suite à la récolte forestière sont deux facteurs importants contribuant au déclin du caribou des bois (*Rangifer tarandus caribou*), une espèce classée « vulnérable » au Québec depuis 2005. La présence de chemins forestiers est une source de perturbation importante pour le caribou des bois. En effet, le caribou est sensible aux perturbations anthropiques, parmi lesquelles les routes et les chemins engendrés par l'exploitation forestière et dont la présence entraîne une succession de conséquences qui se répercutent sur son comportement ou sur la démographie de ses populations. Tout d'abord, des conséquences physiques par une fragmentation des peuplements propices aux caribous, un rajeunissement de la forêt dû aux coupes forestières réalisées, et une régénération composée principalement d'espèces feuillues en bordures de chemins (Curatolo et Murphy, 1986; Jaeger et Fahrig, 2004; Vors et Boyce, 2009; Festa-Bianchet *et al.*, 2011). Ces transformations de l'habitat, via le changement de composition végétale, vont alors être favorables à certaines espèces herbivores comme l'orignal (*Alces americanus*) ou le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*). Cette augmentation de proies alternatives, dans un milieu initialement propice aux caribous, va attirer à son tour davantage de prédateurs notamment le loup gris (*Canis lupus*) et ainsi entraîner une plus forte pression de prédation sur le caribou (Seip, 1992; James et Stuart-Smith, 2000; McCutchen, 2007). L'ours noir (*Ursus americanus*), qui est un prédateur des faons de caribou, profite également de la présence des chemins en y trouvant aux abords des ressources alimentaires attrayantes (Switalski et Nelson, 2011; Leclerc *et al.*, 2014). De plus, par leur structure linéaire sans végétation ni autre obstacle, les chemins forestiers favorisent la circulation des prédateurs et leur permettent ainsi une meilleure efficacité de chasse (James et Stuart-Smith, 2000; Whittington *et al.*, 2011; St-Laurent *et al.*, 2014). Tous ces changements ont pour conséquence un phénomène d'évitement des chemins forestiers et de leurs abords par le caribou et donc une perte d'habitat importante et durable (Leblond *et al.*, 2011; Beauchesne *et al.*, 2013; Rudolph *et al.*, 2017).

La nature même du chemin forestier peut présenter un véritable défi pour le rétablissement de la végétation. Lors de la construction d'un chemin multiusage, un maximum de matière organique et de débris ligneux est retiré du sol puis un nivellement est généralement réalisé grâce à l'apport de sables et graviers afin d'assurer une bonne stabilité de la surface de roulement. Les chemins sont donc composés en surface de matière minérale qui réunit des facteurs contraignants pour la végétation. Tout d'abord, ce substrat est pauvre en matière organique et en nutriments ce qui tend à limiter la croissance de arbres, la disponibilité en azote étant l'un des facteurs les plus limitant en forêt boréale (Lupi *et al.*, 2013; Maynard *et al.*, 2014). Il est également très drainant, ce qui peut causer un stress hydrique pouvant aller jusqu'à entraîner une mortalité accrue des plants après reboisement (Burdett, 1990; Margolis et Brand, 1990). Le manque d'humidité est aussi connu pour freiner la germination et donc le rétablissement naturel de certaines espèces (Fleming et Mossa, 1994; Gärtner *et al.*, 2011). Un autre facteur important qui limite la reprise de végétation sur les chemins forestiers est la forte compaction du substrat, qui se traduit par une plus grande masse volumique apparente des sols, impactant les propriétés mécaniques du sol en créant une barrière physique à la croissance racinaire mais aussi les propriétés biologiques, en

entraînant une diminution importante de la porosité du sol et ainsi de la disponibilité en eau et en oxygène indispensable aux végétaux et aux microorganismes du sol (Clark *et al.*, 2003; Cambi *et al.*, 2015). Une récente étude a d'ailleurs démontré que la compaction du sol était l'un des principaux facteurs empêchant la régénération naturelle de s'installer sur les chemins forestiers peu fréquentés au Québec (St-Pierre *et al.*, 2021).

Toutefois, les projets de restauration de chemins forestiers au Québec **sont rares et peu de résultats sont disponibles** à propos du rétablissement de la végétation. En effet, la fermeture et la revégétalisation de chemins et autres petites voies de circulation est un sujet relativement récent partout au Canada et peut prendre des formes diverses en fonction de la problématique rencontrée (Switalski *et al.*, 2004). Par exemple, en Colombie-Britannique, la restauration de routes est effectuée depuis plusieurs dizaines d'années principalement dans le but de stabiliser les fortes pentes et de limiter leur érosion (Atkins *et al.*, 2001). Dans ce cas-là, la pratique la plus couramment utilisée est alors l'ensemencement d'espèces herbacées car rapidement efficace et à moindre coût ou parfois, la plantation d'espèces pionnières comme l'aulne ou le saule afin de permettre une meilleure stabilisation des sols.

Dans le cas de l'Alberta, l'important réseau de lignes sismiques réalisé depuis les années 1950 pour l'exploration de pétrole et de gaz naturel engendre des conséquences sur l'écosystème similaires aux chemins forestiers à l'est du pays, notamment vis-à-vis de la conservation du caribou, en créant de longs couloirs de circulation pour les prédateurs où le couvert arboré peine à se réinstaller et ce, jusqu'à parfois plus de 50 ans après la création de ligne (van Rensen *et al.*, 2015; Dabros *et al.*, 2018). Certaines problématiques de restauration sont également semblables notamment un substrat compact, dû à la circulation de la machinerie durant la construction des lignes, et un aplanissement du sol qui cause une forte diminution de microsites propices à la germination et à l'établissement de la régénération naturelle arborée (Lee et Boutin, 2006; Lieffers *et al.*, 2017). Différentes techniques de restauration sont testées depuis quelques années basées sur la préparation mécanique des sols (afin de décompacter le substrat et de permettre ainsi une meilleure aération du sol), la plantation pour encourager l'établissement d'espèces souhaitées, et le rabattage de débris ligneux ou d'arbres coupés en bords de lignes permettant de créer des microsites favorables au rétablissement de la végétation (Pyper *et al.*, 2014). Certains projets de restauration ont ainsi présenté des résultats à court terme encourageants avec une meilleure croissance des plants mis en terre sur les lignes avec préparation mécanique du sol et ajout de débris ligneux, ainsi qu'une plus forte régénération naturelle que les lignes sans préparation, 3 à 7 ans après les travaux de restauration (Filicetti *et al.*, 2019). Ce type de restauration de lignes sismiques semble également prometteur concernant l'effet recherché sur la faune puisque le caribou et ses compétiteurs et prédateurs (l'orignal, l'ours et le loup) fréquenteraient moins sur les lignes sismiques traités (Dickie *et al.*, 2021).

Dans une étude de suivi de restauration de chemins forestiers que nous avons réalisé sur un banc d'essais sur la Côte Nord (Pernot et al. 2020, 2021), nous avons fait quelques observations et recommandations clefs :

- Le substrat des chemins forestiers était extrêmement compact et pauvre en nutriments.

- Les préparations mécaniques testées n'ont pas été efficaces à long terme, puisque les propriétés physiques et chimiques du sol étaient relativement semblables aux chemins non traités, deux ans après leur réalisation.
- Les chemins d'hiver ont présenté des conditions plus favorables à l'établissement de la végétation que les chemins gravelés toutes saisons (sol moins compacte et plus riche en matière organique).
- L'aulne crispé, une espèce pionnière peu exigeante, s'est bien établi avec une bonne production de biomasse, associée à une plus forte captation d'azote par rapport aux conifères.
- Le pin gris a été l'espèce coniférienne qui s'est le mieux établi.
- L'épinette noire et le mélèze laricin ont eu une croissance et un état général plus faible, ainsi qu'une production de biomasse moins importante que les deux autres espèces testées.

Cette étude a permis de reconnaître les limites de la plantation d'espèces de fin de succession dans les conditions extrêmement difficiles que présentent les chemins forestiers. Sans l'élaboration d'un protocole qui permettrait une fermeture plus rapide des chemins, cet effort de plantation risque de ne pas avoir des résultats escomptés pour l'habitat du caribou et la diminution de la prédation.

**Nous recommandons que des efforts importants soient entrepris pour définir de meilleurs protocoles de revégétalisation des chemins sous différentes conditions bioclimatiques** (en altitude en Gaspésie, dans la pessière noire de l'est et de l'ouest, dans la sapinière). L'information est toujours très récente (pas de résultats à long terme) et très rare pour bonifier les recommandations concrètes de restauration des routes. La gestion antérieure des forêts a contribué fortement au déclin du caribou des bois. Afin de démontrer que la province et le MFFP sont capable de reprendre ce dossier avec crédibilité, il va falloir de façon significative faire un effort à la fois de rétablissement des populations (propositions de Serge Couturier, biologiste, voir mémoire), et aussi de restauration des habitats clefs dans les régions ciblées. Les deux démarches doivent être déployées en parallèle. Sans entreprendre ces efforts, il est très probable que le cadre fédéral devra forcer une gestion externe, avec des répercussions sociales et économiques importantes.

### **Bibliographie**

Atkins, R.J., Leslie, M.R., Polster, D.F., Wise, M.P., Wong, R.H., 2001. Best management practices handbook: hillslope restoration in British Columbia. Government of British Columbia, Publications Centre.

Beauchesne, D., Jaeger, J.A., St-Laurent, M.-H., 2013. Disentangling woodland caribou movements in response to clearcuts and roads across temporal scales. Plos One 8, e77514.

Bélangier, P.-A., Bissonnette, C., Bernèche-D'Amours, A., Bellenger, J.-P., Roy, S., 2011. Assessing the adaptability of the actinorhizal symbiosis in the face of environmental change. Environmental and Experimental Botany 74, 98-105.

Burdett, A.N., 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research* 20, 415-427.

Cambi, M., Certini, G., Neri, F., Marchi, E., 2015. The impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management* 338, 124-138.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2003. Détermination de la granulométrie dans les sols agricoles et les sédiments : méthode Bouyoucos. Ministère de l'Environnement du Québec, p. 16.

Chen, X., Yang, J., Zhu, X., Liang, X., Lei, Y., He, C., 2016. N-fixing trees in wetland restoration plantings: effects on nitrogensupply and soil microbial communities. *Environmental Science and Pollution Research* 23, 24749-24757.

Clark, L.J., Whalley, W.R., Barraclough, P.B., 2003. How do roots penetrate strong soil? In, *Roots: the dynamic interface between plants and the earth*. Springer, pp. 93-104.

Curatolo, J.A., Murphy, S.M., 1986. The effects of pipelines, roads, and traffic on the movements of caribou, *Rangifer tarandus*. *The Canadian Field-Naturalist* 100, 218-224.

Dabros, A., Pyper, M., Castilla, G., 2018. Seismic lines in the boreal and arctic ecosystems of North America: environmental impacts, challenges, and opportunities. *Environmental Reviews* 26, 214-229.

DesRochers, A., Gagnon, R., 1997. Is ring count at ground level a good estimation of black spruce age? *Canadian Journal of Forest Research* 27, 1263-1267.

DesRochers, A., Van den Driessche, R., Thomas, B.R., 2006. NPK fertilization at planting of three hybrid poplar clones in the boreal region of Alberta. *Forest Ecology and Management* 232, 216-225.

Environment Canada, 2010. Canadian Climate Normals 1981–2010 Station Data. In, [http://climate.weather.gc.ca/climate\\_normals/index\\_e.html](http://climate.weather.gc.ca/climate_normals/index_e.html).

Environnement et Changement climatique Canada, 2018. Plan d'action pour le caribou des bois (*Rangifer tarandus caribou*), population boréale, au Canada – Mesures fédérales. Série de Plans d'action de la Loi sur les espèces en péril. Environnement et Changement climatique Canada, Ottawa, p. vii + 32 p.

Festa-Bianchet, M., Ray, J., Boutin, S., Côté, S., Gunn, A., 2011. Conservation of caribou (*Rangifer tarandus*) in Canada: an uncertain future. *Canadian Journal of Zoology* 89, 419-434.

Filicetti, A.T., Cody, M., Nielsen, S.E., 2019. Caribou conservation: restoring trees on seismic lines in Alberta, Canada. *Forests* 10, 185.

Fleming, R.L., Mossa, D.S., 1994. Direct seeding of black spruce in northwestern Ontario: Seedbed relationships. *The Forestry Chronicle* 70, 151-158.

Canada's arctic and sub-arctic. *Information Processing in Agriculture* 2, 183-190.

Jaeger, J.A., Fahrig, L., 2004. Effects of road fencing on population persistence. *Conservation Biology* 18, 1651-1657.

James, A.R., Stuart-Smith, A.K., 2000. Distribution of caribou and wolves in relation to linear corridors. *The Journal of Wildlife Management*, 154-159.

Leblond, M., Frair, J., Fortin, D., Dussault, C., Ouellet, J.-P., Courtois, R., 2011. Assessing the influence of resource covariates at multiple spatial scales: an application to forest-dwelling caribou faced with intensive human activity. *Landscape Ecology* 26, 1433-1446.

Leclerc, M., Dussault, C., St-Laurent, M.-H., 2014. Behavioural strategies towards human disturbances explain individual performance in woodland caribou. *Oecologia* 176, 297-306.

Lee, P., Boutin, S., 2006. Persistence and developmental transition of wide seismic lines in the western Boreal Plains of Canada. *Journal of Environmental Management* 78, 240-250.

Lieffers, V.J., Caners, R.T., Ge, H., 2017. Re-establishment of hummock topography promotes tree regeneration on highly disturbed moderate-rich fens. *Journal of Environmental Management* 197, 258-264.

Luce, C.H., 1997. Effectiveness of road ripping in restoring infiltration capacity of forest roads. *Restoration Ecology* 5, 265-270.

Lupi, C., Morin, H., Deslauriers, A., Rossi, S., Houle, D., 2013. Role of soil nitrogen for the conifers of the boreal forest: a critical review. *International Journal of Plant & Soil Science* 2, 155-189.

Margolis, H.A., Brand, D.G., 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Canadian Journal of Forest Research* 20, 375-390.

Maynard, D.G., Paré, D., Thiffault, E., Lafleur, B., Hogg, K.E., Kishchuk, B., 2014. How do natural disturbances and human activities affect soils and tree nutrition and growth in the Canadian boreal forest? *Environmental Reviews* 22, 161-178.

McCutchen, N.A., 2007. Factors affecting caribou survival in northern Alberta: the role of wolves, moose, and linear features. Doctoral dissertation. Department of Biological Sciences University of Alberta Edmonton, Alberta, Canada.

Mehlich, A., 1984. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 15, 1409-1416.

Munson, A.D., Bernier, P.Y., 1993. Comparing natural and planted black spruce seedlings. II. Nutrient uptake and efficiency of use. *Canadian Journal of Forest Research* 23, 2435-2442.

Munson, A.D., Margolis, H.A., Brand, D.G., 1995. Seasonal nutrient dynamics in white pine and white spruce in response to environmental manipulation. *Tree Physiology* 15, 141-149.

Pernot, C., Saadouni, R., Barrette, J., Cosgrove, M., Munson, A.D., 2020. Évaluation des essais de démantèlement et de reboisement de chemins forestiers pour l'amélioration de l'habitat du

caribou sur la Côte-Nord. Rapport scientifique présenté au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, p. 45.

Pernot, C., Thiffault, N., DesRochers, A., 2019. Root system origin and structure influence planting shock of black spruce seedlings in boreal microsites. *Forest Ecology and Management* 433, 594-605.

Pyper, M., Nishi, J., McNeil, L., 2014. Linear feature restoration in caribou habitat: a summary of current practices and a roadmap for future programs. Fuse Consulting: Calgary, AB, Canada.

Rudolph, T.D., Drapeau, P., Imbeau, L., Brodeur, V., Légaré, S., St-Laurent, M.-H., 2017. Demographic responses of boreal caribou to cumulative disturbances highlight elasticity of range-specific tolerance thresholds. *Biodiversity and Conservation* 26, 1179-1198.

Seip, D.R., 1992. Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* 70, 1494-1503.

St-Laurent, M.-H., Beauchesne, D., Lesmerises, F., 2014. Évaluation des impacts des vieux chemins forestiers et des modalités de fermeture dans un contexte de restauration de l'habitat du caribou forestier au Québec. Rapport scientifique présenté au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.

St-Pierre, F., Drapeau, P., St-Laurent, M.-H., 2021. Drivers of vegetation regrowth on logging roads in the boreal forest: Implications for restoration of woodland caribou habitat. *Forest Ecology and Management* 482, 118846.

Switalski, T.A., Bissonette, J.A., DeLuca, T., Luce, C., Madej, M.A., 2004. Benefits and impacts of road removal. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2, 21-28.

Switalski, T.A., Nelson, C.R., 2011. Efficacy of road removal for restoring wildlife habitat: Black bear in the Northern Rocky Mountains, USA. *Biological Conservation* 144, 2666-2673.

Tran, T.S., Giroux, M., Guilbeault, J., Audesse, P., 1990. Evaluation of Mehlich-III extractant to estimate the available P in Quebec soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 21, 1-28.

van Rensen, C.K., Nielsen, S.E., White, B., Vinge, T., Lieffers, V.J., 2015. Natural regeneration of forest vegetation on legacy seismic lines in boreal habitats in Alberta's oil sands region. *Biological Conservation* 184, 127-135.

Vinge, T., Lieffers, V., 2013. Evaluation of forest reclamation efforts on linear corridors of the Little Smokey. Unpublished report.

Vors, L.S., Boyce, M.S., 2009. Global declines of caribou and reindeer. *Global Change Biology* 15, 2626-2633.

Whittington, J., Hebblewhite, M., DeCesare, N.J., Neufeld, L., Bradley, M., Wilmschurst, J., Musiani, M., 2011. Caribou encounters with wolves increase near roads and trails: a time-to-event approach. *Journal of Applied Ecology* 48, 1535-1542.

