Marianne Desrosiers

Mars 2018

Résumé

Ce document résume les enjeux reliés à la voirie forestière et les solutions proposées par le comité sur la voirie forestière

Plan de gestion de la voirie forestière sur les terres publiques de la GAspésie

Comité de travail sur la voirie forestière de la TGIRT de la Gaspésie

Ce rapport fait état des réflexions du comité sur la voirie forestière, un comité de travail issu des TGIRT de la Gaspésie et formé en juin 2016.

Les personnes suivantes ont pris part à ce comité et ont contribué à la réalisation du plan de gestion de la voirie forestière :

* Gaston Arbour, Direction de la gestion des Forêts de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (MFFP)
* René Babin, Coopérative forestière de la Gaspésie
* Yves Briand, Conseil de l’eau du nord de la Gaspésie
* Daniel Chouinard, Direction de la gestion des Forêts de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (MFFP)
* Ronald Cormier, Association des pêcheurs sportifs de a rivière Bonaventure
* Jean-François Desbiens, Bois d’œuvre Cédrico
* Pierre Desmeules, Direction de la gestion des Forêts de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (MFFP)
* Mathieu Gray-Lehoux, Secrétarait Mi’gmawei Mawiomi
* Jean-François Lamarre, Sépaq
* Martin Leblanc, Produits forestiers TEMREX
* Mathieu Morin, Direction de la gestion de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (MFFP)
* Antoine Richard, Direction de la gestion des Forêts de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine (MFFP)

La rédaction du plan de gestion a été effectuée par Marianne Desrosiers, coordonnatrice des TGIRT de la Gaspésie et du comité de travail sur la voirie forestière.

Philippe Poulin et Thomas Romagné ont également été impliqués dans la première phase du mandat.

Les bancs d’essai appuyant les réflexions du comité ont pu être réalisés grâce à ’équipe de Produits forestiers TEMREX.

L’expertise de M. Sylvain Jutras, hydrologue forestier professeur à l’Université Laval, de M. Angis Cassista, ingénieur forestier chez Hydro-Québec, de Philippe Meek et Matthew Thiels de FPInnovations et de Jérôme Rioux de la Direction de l’aménagement et de l’environnement forestiers (MFFP) a également permis d’alimenter les réflexions du comité sur la voirie forestière.

# Table des matières

[1 Table des matières 2](#_Toc511894606)

[2 Introduction 5](#_Toc511894607)

[3 Enjeu de la qualité de l’habitat aquatique : pourquoi devrait-on agir? 6](#_Toc511894608)

[3.1 Apport de sédiments 6](#_Toc511894609)

[3.1.1 Dérèglement du comportement 6](#_Toc511894610)

[3.1.2 Dommages physiologiques 6](#_Toc511894611)

[3.1.3 Diminution des populations de poisson et de macroinvertébrés 7](#_Toc511894612)

[3.1.4 Perte d’habitats et colmatage de frayères 7](#_Toc511894613)

[3.2 Entrave à la libre circulation du poisson 8](#_Toc511894614)

[3.2.1 Perte d’habitat 8](#_Toc511894615)

[3.2.2 Fractionnement de l’habitat et diminution de la diversité génétique de populations 8](#_Toc511894616)

[4 Enjeu de la qualité de l’habitat aquatique : les causes sur lesquelles nous pourrions agir 9](#_Toc511894617)

[4.1 Cause 1 : Vieux chemins présentant un tracé et des traverses de cours d’eau inadéquats 10](#_Toc511894618)

[4.2 Cause 2 : Difficulté de maintenir l’ensemble du réseau routier forestier en bon état 12](#_Toc511894619)

[4.3 Cause 3 : Lacunes au niveau de la planification des chemins forestiers 16](#_Toc511894620)

[4.3.1 Segmentation de la planification des travaux d’aménagement forestier 16](#_Toc511894621)

[4.3.2 Manque de fiabilité des données sur le réseau hydrographique 16](#_Toc511894622)

[4.4 Cause 4 : Manque d’encadrement lors de la réalisation des travaux d’entretien 16](#_Toc511894623)

[4.5 Cause 5 : Manque de conscientisation des utilisateurs sur les impacts de la circulation de véhicules sur l’habitat aquatique 17](#_Toc511894624)

[4.6 Cause 6 : Manque de suivi par rapport à l’efficacité réelle du Guide des saines pratiques pour la voirie forestière et L’installation de ponceaux 18](#_Toc511894625)

[5 Enjeu de la fragmentation du couvert forestier : pourquoi devrait-on agir? 19](#_Toc511894626)

[5.1 Perte de forêt d’intérieur 20](#_Toc511894627)

[5.1.1 Changements des conditions biophysiques 20](#_Toc511894628)

[5.1.2 Perte d’habitat, perte de biodiversité 20](#_Toc511894629)

[5.1.3 Baisse de la représentativité des espèces et fragmentation des populations 21](#_Toc511894630)

[5.1.4 Envahissement par des espèces exotiques 21](#_Toc511894631)

[5.2 Perte de superficie forestière 21](#_Toc511894632)

[5.3 Perturbation de l’habitat du caribou 21](#_Toc511894633)

[6 Enjeu de la fragmentation du couvert forestier : Les causes sur lesquelles nous pourrions agir 24](#_Toc511894634)

[6.1 Cause 1 : Particularités du territoire 24](#_Toc511894635)

[6.1.1 Topographie et hydrographie 24](#_Toc511894636)

[6.1.2 Un substrat favorable à la construction de chemins 25](#_Toc511894637)

[6.2 Cause 2 : Lente reprise de la végétation 25](#_Toc511894638)

[6.2.1 Durcissement de la surface de roulement 25](#_Toc511894639)

[6.2.2 Sols pauvres 25](#_Toc511894640)

[6.2.3 Circulation de véhicules 25](#_Toc511894641)

[6.3 Cause 3 : Contraintes reliées à la règlementation 26](#_Toc511894642)

[6.3.1 Interdiction de réaliser des aires d’empilement le long des corridors routiers 26](#_Toc511894643)

[6.3.2 Courte distance de débardage 26](#_Toc511894644)

[6.3.3 Répartition éclatée des coupes sur le territoire 26](#_Toc511894645)

[6.4 Cause 4 : Lacunes au niveau de la gestion et de la planification du réseau de chemins forestiers 27](#_Toc511894646)

[6.4.1 Segmentation de la planification des travaux d’aménagement forestier 27](#_Toc511894647)

[6.4.2 Méconnaissance du niveau de fermeture des vieux chemins 27](#_Toc511894648)

[6.4.3 Gestion misant sur l’abandon des chemins 27](#_Toc511894649)

[6.4.4 Création de voies de contournement 27](#_Toc511894650)

[6.5 Cause 5 : Maintien des chemins pour une utilisation ultérieure 28](#_Toc511894651)

[6.5.1 Utilisation pour des travaux sylvicoles 28](#_Toc511894652)

[6.5.2 Utilisation à des fins récréatives non encadrées 29](#_Toc511894653)

[7 Solutions proposées en réponse aux différentes problématiques 31](#_Toc511894654)

[7.1 Solution 1 : Fermeture de tronçons de chemin avec remise en production 31](#_Toc511894655)

[7.1.1 Description de la solution : 31](#_Toc511894656)

[7.1.2 Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution 35](#_Toc511894657)

[7.2 Solution 2 : Retrait ou remplacement de traverses de cours d’eau causant un apport de sédiments ou une fragmentation de l’habitat aquatique 36](#_Toc511894658)

[7.2.1 Description de la solution 37](#_Toc511894659)

[7.2.2 Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution 38](#_Toc511894660)

[7.3 Solution 3 : Chemins temporaires : construction, démantèlement et remise en production 39](#_Toc511894661)

[7.3.1 Description de la solution : 39](#_Toc511894662)

[7.3.2 Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution : 41](#_Toc511894663)

[7.4 Solution 4 : Utilisation de traverses de cours d’eau amovibles 42](#_Toc511894664)

[7.4.1 Description de la solution 42](#_Toc511894665)

[7.4.2 Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution 44](#_Toc511894666)

[7.5 Solution 5 : Optimisation de la planification des chemins 45](#_Toc511894667)

[7.5.1 Description de la solution 45](#_Toc511894668)

[7.5.2 Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution 46](#_Toc511894669)

[7.6 Solution 6 : Optimisation de l’entretien des chemins et des traverses de cours d’eau 46](#_Toc511894670)

[7.6.1 Description de la solution 47](#_Toc511894671)

[7.6.2 Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution : 47](#_Toc511894672)

[7.7 Solution 7 : Sensibilisation des utilisateurs aux enjeux de qualité du milieu aquatique et de fragmentation du couvert forestier 48](#_Toc511894673)

[7.7.1 Description de la solution 48](#_Toc511894674)

[7.7.2 Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution : 48](#_Toc511894675)

[7.8 Solution 8 : Mise à l’essai de traverses de cours d’eau alternatives 50](#_Toc511894676)

[7.8.1 Description de la solution 50](#_Toc511894677)

[7.8.2 Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution 50](#_Toc511894678)

[8 Schémas de la démarche enjeux-solutions 51](#_Toc511894679)

[9 Conclusion 53](#_Toc511894680)

[10 Bibliographie 54](#_Toc511894681)

# Introduction

La Table de gestion intégrée des ressources et du territoire (TGIRT) de la Gaspésie a mis en place un comité de travail ayant pour mandat de collaborer avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) pour élaborer un plan de gestion de la voirie forestière pour la région. Ce mandat s’inscrit dans le cadre de la mise en place de nouvelles modalités de répartition spatiale des coupes et vise à traiter de deux enjeux écologiques liés à la voirie forestière, soit la qualité de l’habitat aquatique et la fragmentation du couvert forestier.

L’approche participative par enjeux solutions a été choisie par le comité. Ce type de démarche implique que les parties prenantes participent à la détermination des enjeux et des solutions, ce qui permet la prise en compte de leurs préoccupations et de leurs intérêts. Ainsi, l’approche par enjeux et solutions favorise l’obtention de consensus et facilite la mise en œuvre des solutions. De plus, elle peut stimuler l’émergence de nouvelles pratiques, mieux adaptées aux réalités régionales (Grenon *et al*., 2010).

Le présent document s’articule donc en deux temps : la première partie dresse un portait des enjeux de qualité de l’habitat aquatique et de fragmentation du couvert forestier en lien avec la voirie forestière et la seconde présente les solutions proposées par le comité pour répondre à ces enjeux.

L’état de situation des enjeux est également subdivisé en deux aspects. Pour chaque enjeu, la première section propose un tour d’horizon des répercussions (impacts) qui sont associés à la voirie forestière. La documentation des impacts a pour objectif de comprendre pourquoi des actions sont nécessaires (Pourquoi devrait-on agir ?). La seconde section se penche sur les problématiques, les raisons (causes) pour lesquelles la voirie forestière occasionne les impacts identifiés. La documentation des causes permet d’identifier nos leviers, les éléments qui pourraient être fait différemment pour atténuer les répercussions (Sur quoi pourrions-nous agir?). Les impacts et les causes ont été identifiés suite aux observations des membres du comité et suite à une revue de la documentation disponible. Ce travail de documentation des enjeux ne se veut pas un portrait exhaustif de la situation et ne vise pas à approfondir chacun des aspects de la problématique, mais plutôt un outil permettant l’identification de solutions appropriées.

Ce portrait des enjeux sert donc à ancrer les solutions potentielles explorées par le comité qui font l’objet de la seconde section du document. Autant que possible, le lien entre la solution proposée et la problématique de la voirie forestière à atténuer est explicité. Établir le lien entre les solutions proposées et les impacts que l’on souhaite atténuer vise à identifier le gain auquel on peut s’attendre des solutions. Les solutions proposées peuvent permettre d’agir sur plusieurs causes, et à l’inverse, elles peuvent s’avérer insuffisantes pour enrayer entièrement les problématiques soulevées.

Ce document dresse d’abord le portrait de l’enjeu de l’habitat aquatique et identifie les impacts puis leurs causes en lien avec la voirie forestière. Les impacts et les causes sont déclinés en sous élément lorsque nécessaire. Ensuite, l’enjeu de fragmentation du couvert forestier est décrit selon la même structure, soit une description des principaux impacts, puis un portrait des différentes causes qui font que la voirie forestière génère ces impacts.

# Enjeu de la qualité de l’habitat aquatique : pourquoi devrait-on agir?

La voirie forestière peut occasionner une détérioration de la qualité de l’habitat aquatique en générant un apport de sédiments et en entravant la circulation du poisson.

Apport de sédiments dans les cours d’eau

Entrave à la libre circulation du poisson

Impacts

Effets

## Apport de sédiments

Dans certaines situations, la voirie forestière peut engendrer un apport de sédiments dans les cours d’eau. Cet apport potentiel de sédiments est considéré comme problématique, notamment parce qu’il peut occasionner la diminution de la présence de poissons et de macroinvertébrés ainsi qu’une perte d’habitat, notamment ceux propices à la fraie.

Anderson *et al*. (1996) fait une revue des impacts d’une augmentation de la charge sédimentaire en suspension dans les cours d’eau à travers une compilation de 244 références couvrant une période de 45 années. Les sections suivantes présentent les grandes lignes de cette revue de la littérature scientifique

### Dérèglement du comportement

Les changements de comportement sont les premiers effets à être engendrés par une augmentation de la concentration de sédiments dans l’eau. Les réponses typiques sont généralement de courte durée : évitement des panaches de sédiments en suspension, baisse de l’alimentation et réduction des comportements territoriaux et des mouvements migratoires (Anderson *et al*., 1996)

### Dommages physiologiques

Contrairement aux changements comportementaux, les changements physiologiques surviennent après une exposition prolongée aux sédiments. Anderson *et al*. (1996) relève les changements physiologiques suivants : diminution de la croissance, changement cellulaire dans les tissus composant les branchies, changement dans la chimie sanguine et baisse de la résistance aux maladies et aux parasites.

La diminution de la croissance serait liée à une baisse de l’alimentation, mais aussi à la dépense énergétique reliée à l’exposition au stress. Une diminution de la croissance est mesurable à partir de deux semaines d’exposition à une charge sédimentaire importante chez les juvéniles de certaines espèces (Anderson *et al*., 1996).

Les changements de la chimie sanguine sont associés à la libération des hormones de stress et seraient reliés à une diminution de l’efficacité des branchies. Ces changements ont pu être associés à une diminution de l’endurance à la nage chez certaines espèces. Les changements de la chimie sanguine surviennent généralement après 4 ou 5 jours d’exposition à des charges sédimentaires élevées (Anderson *et al*., 1996).

Les sédiments en suspension affectent les branchies par abrasion mécanique et par absorption dans les tissus. La sévérité des dommages dépend de la concentration de sédiments, ainsi que de la taille et de l’angularité des particules (Anderson *et al*., 1996).

L’exposition prolongée à des charges sédimentaires importantes est associée à une diminution de l’efficacité du système immunitaire. Les espèces étudiées montraient une plus grande propension à être infestées par des parasites ou à être atteintes par des virus (Anderson *et al*., 1996).

### Diminution des populations de poisson et de macroinvertébrés

Les processus à travers lesquels l’augmentation de la charge sédimentaire affecte les populations de poisson sont l’augmentation de la mortalité des œufs, la réduction de l’éclosion des œufs, et la mort des juvéniles et des adultes.

La présence d’une mince couche de sédiments (quelques millimètres) peut être suffisante pour entraîner la mort de l’œuf. Ce sont donc les sédiments déposés dans le lit du cours d’eau qui sont problématiques. Les caractéristiques d’écoulement du cours d’eau détermineront sir les sédiments auront tendance à se déposer ou à se maintenir en suspension (Anderson *et al*., 1996).

Les alevins sont sensibles à la présence de sédiments en suspension. Les juvéniles et les adultes sont généralement capables de tolérer des charges modérément élevées de sédiments sur de courtes périodes (Anderson *et al*., 1996). Une charge sédimentaire trop importante peut engendrer un comportement d’évitement par les communautés de poissons et de macroinvertébrés (Waters 1995 et Kemp *et al*. 2011).

### Perte d’habitats et colmatage de frayères

Lorsque la vitesse de l’écoulement diminue, les sédiments en suspension se déposent sur le lit des cours d’eau. L’accumulation de sédiments sur le lit du cours d’eau peut mener à une diminution de l’habitat disponible. Par exemple, la déposition de sédiments dans les fosses peut se traduire par une baisse de la présence de poissons dans le cours d’eau.

Les sédiments qui s’accumulent dans les interstices du lit du cours d’eau modifient le milieu utilisé par plusieurs espèces benthiques, notamment les macroinvertébrés (Anderson *et al*., 1996). Ceci peut mener à une perte d’habitat pour les macroinvertébrés et les poissons, de même qu’au colmatage des frayères. Le colmatage des frayères limite l’oxygénation des œufs et l’émergence des alevins, ce qui diminue le succès reproducteur des salmonidés (Anderson *et al*., 1996; Waters 1995 et Kemp *et al*. 2011).

La topographie montagneuse de la Gaspésie lui confère un régime hydrologique de type torrentiel. Ainsi, l’accumulation de sédiments se produit généralement là où la pente est moins forte et dans les sections de rivière larges (Deschênes *et al*. 2007; Conseil de l’eau du Sud de la Gaspésie 2014; Conseil de l’eau du Nord de la Gaspésie, 2016). Il peut donc être difficile d’établir des liens directs entre l’installation d’infrastructures et un apport accru de sédiments sur le lit des cours d’eau (Delisle et al. 2004). Toutefois, les observations faites dans des conditions d’écoulement plus calmes montrent une augmentation significative de sédiments fins sur le lit des cours à la suite de l’installation de ponceaux (Dubé *et al*. 2006). Ainsi, bien que l’on ne note pas nécessairement d’augmentation de sédiments fins directement en aval des traverses de cours d’eau, les particules peuvent se déposer beaucoup plus loin, dans des secteurs de faible pente.

## Entrave à la libre circulation du poisson

Certaines traverses de cours d’eau sont susceptibles d’entraver la circulation du poisson. Ces obstacles au libre passage du poisson sont problématiques puisqu’ils rendent inaccessible une partie de l’habitat et peuvent provoquer l’isolement de populations de poissons.

### Perte d’habitat

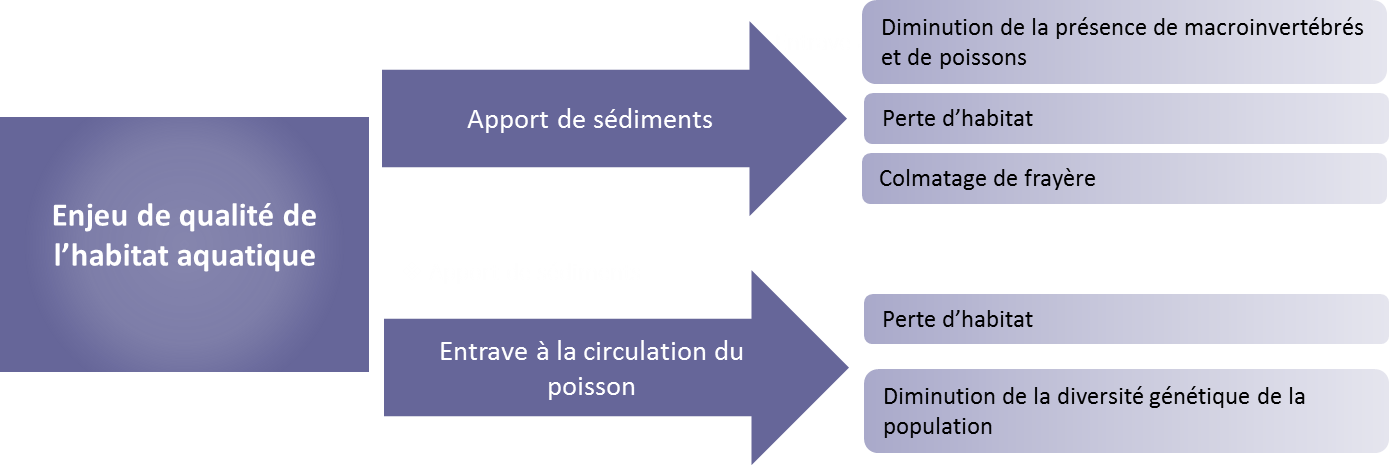
Les poissons ont besoin de se déplacer dans une diversité d’habitat au cours de leur cycle de vie, notamment les saumons juvéniles (Pépino *et al*., 2012; Goerig *et al*. 2016). Une traverse de cours d’eau inadéquate peut occasionner une fragmentation de l’habitat du poisson, limitant l’accès à certains types d’habitat essentiels au développement de certaines espèces (Deschênes *et al*., 2007; Pépino *et al*., 2012). Par exemple, les alevins d’omble de fontaine utilisent les petits tributaires de lacs qui sont des sites clés pour la fraie et l’éclosion en raison des températures fraîches et stables qui s’y trouvent. La fréquentation par les alevins d’omble de fontaine ne serait pas influencée par le type d’écoulement, ceux-ci fréquentant autant les petits cours d’eau permanents (largeur < 2 m) que les cours d’eau intermittents (Hatin et Charrette, 2014). D’ailleurs, le maintien de la libre circulation des alevins, et des poissons en général, est une exigence encadrée par la Loi sur les pêches et de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune, quelle que soit la dimension du cours d’eau.

Il est possible d’évaluer la perte de superficies d’habitat aquatique pour le saumon causé par les ponceaux sous-dimensionnés ou mal installés. Bergeron et Gagnon-Poiré (2016) ont utilisé le filtre Coffman pour évaluer la perméabilité des ponceaux au passage des saumons juvéniles, puis ils ont calculé la superficie d’habitat rendue non accessible par les ponceaux défectueux. Cette méthode permet d’identifier les ponceaux à changer ou à corriger en priorité.

L’étude de Bergeron et Gagnon-Poiré (2016) a mis en évidence que 25% des ponceaux inventoriés dans le bassin versant de la rivière Grande Cascapédia ont été jugés infranchissables et 30% susceptibles de nuire au passage des saumons juvéniles pour un total de 124 000 m2 d’habitat rendus potentiellement inaccessibles.

### Fractionnement de l’habitat et diminution de la diversité génétique de populations

Torterotot (2014) a démontré que les populations de poissons (ombles de fontaine) séparées par des traverses de cours d’eau entravant le passage du poisson présentaient des différences génétiques. De plus, la diversité génétique des populations situées en amont des ponceaux problématiques était plus faible que celle des populations situées en aval. La diminution du bagage génétique peut rendre la population plus vulnérable.



# Enjeu de la qualité de l’habitat aquatique : les causes sur lesquelles nous pourrions agir

Le Règlement sur l’aménagement durable des forêts (RADF), qui remplace le RNI depuis le 1er avril 2018, le Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec, paru en 1998, et le Guide des saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux, publié en 2001, encadrent la réalisation des travaux de voirie forestière en terre publique et permettent de limiter leurs impacts sur la qualité de l’habitat aquatique. Bien que ces règlements et ces outils soient très généralement appliqués, ils ne couvrent pas tous les aspects de la problématique et des situations susceptibles de détériorer la qualité de l’habitat aquatique persistent. Ces situations problématiques sont décrites dans cette section.

## Cause 1 : Vieux chemins présentant un tracé et des traverses de cours d’eau inadéquats

En 1996, l’entrée en vigueur du RNI a marqué une première étape en encadrant les activités d’aménagement forestier de manière à réduire leurs impacts sur l’habitat aquatique. Les Saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux (MRN, 2001) se sont ensuite avérées nécessaire pour rencontrer les objectifs de protection du milieu aquatique, qui n’étaient pas toujours atteints même lorsque les dispositions du RNI étaient totalement respectées. Le RADF, qui a remplacé le RNI le 1er avril 2018, intègre maintenant certains aspects des Saines pratiques.

***Pentes longues et fortement inclinées***

Les vieux chemins comportent parfois des pentes longues et fortement inclinées qui entraînent une augmentation de la vitesse d’écoulement de l’eau, accentuant ainsi l’érosion de la surface de roulement. La texture de la surface de roulement et l’intensité de l’utilisation influencent la quantité de sédiments produits (Luce *et al*., 2001; Luce et Black, 1999).

***Proximité d’un cours d’eau***

Certains vieux chemins passent trop près des cours d’eau. Les sédiments générés par le chemin ne peuvent alors compléter le processus complet de rétention et de filtration dans le sol et par la végétation et parviennent ainsi au cours d’eau.

***Traverse de cours d’eau mal positionnée***

Mal localisées et mal installées, certaines vieilles traverses peuvent créer des entraves à la circulation du poisson (vitesse d’écoulement trop grande, profondeur d’eau insuffisante, chute à la sortie).

Exemples de tracés problématiques qui prévalent sur les vieux chemins

L’application du cadre réglementaire et des Saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux est maintenant généralisée et encadre le tracé et la configuration des chemins forestiers. Toutefois, plusieurs chemins forestiers de la Gaspésie ont été construits avant l’application des Saines pratiques (2001) et l’entrée en vigueur du RNI (1996). Ces anciens chemins sont souvent des accès stratégiques au territoire, constituant des voies de pénétration principales, à partir desquels le réseau récent se développe. Le détournement des eaux de ruissellement peut y être déficient, alors que certains vieux chemins sont dépourvus de bassins de sédimentations, de fossés ou de canaux de déviations adéquats. Des problèmes d’érosion et d’apport de sédiments récurrents surviennent alors.

Dans certains cas, ces vieux chemins s’avèrent problématiques en raison de leur tracé, respectant le cadre normatif de l’époque, mais qui ne répond plus aux exigences actuelles. Une localisation et une configuration inadéquate des chemins peut contribuer directement à la problématique de l’apport de sédiments par l’érosion de la surface de roulement, des fossés et des emprises et par des mouvements de terrain (glissement, effondrement) (Bilby *et al*. 1989; Waters 1995).

Lorsque les bénéficiaires de garantie d’approvisionnement (BGA) empruntent ces accès, ils effectuent des travaux correctifs qui diminuent les risques de détérioration des chemins et d’apport de sédiments : construction de fossés, de canaux de déviation et de bassins de décantation, nivellement en V, etc. Toutefois, la réhabilitation d’un tronçon problématique n’est pas toujours possible. Des tronçons non conformes sont couramment empruntés (voir encadré). Dans certain cas, un nouveau tronçon est construit pour éviter la portion problématique. L’ancien tronçon est alors abandonné sans toutefois être désactivé et remis en production. La problématique qui a déclenché la construction d’un nouveau chemin demeure donc toujours active.

***Une vitesse d’écoulement de l’eau trop grande***

Les situations suivantes peuvent mener à un écoulement de l’eau excédent la capacité de nage des poissons :

* Diamètre trop petit et longueur excessive qui concentre l’écoulement
* Tuyau lisse, sans ondulation ou sans substrat sur le fond pour réduire la vitesse
* Tuyau trop incliné

***Profondeur de l’eau trop faible dans le ponceau***

L’enfouissement du ponceau est nécessaire pour que l’eau soit suffisamment profonde pour permettre au poisson d’y nager librement.

***Chute à la sortie du ponceau***

Une chute de plus de 30 cm de haut à la sortie du ponceau est considérée comme une entrave à la circulation du poisson. Si le ponceau n’a pas été installé adéquatement, une chute aura tendance à se créer à la sortie du ponceau au fil des années.

***Obstruction du ponceau***

Des débris végétaux et des sédiments peuvent empêcher le poisson de circuler. Les tuyaux peuvent également s’affaisser et obstruer le passage du poisson.

***Noirceur à l’intérieur du ponceau***

Le manque de lumière à l’intérieur du ponceau peut empêcher le poisson d’y pénétrer. Un conduit long et étroit sera moins lumineux.

Situations problématiques engendrés par de vieux ponceaux abandonnés

*Tiré de Bergeron et Gagnon-Poiré (2016)*

Par ailleurs, les traverses de cours d’eau qui se trouvent sur les vieux chemins peuvent avoir des répercussions importantes sur la qualité de l’habitat aquatique. Les traverses de cours d’eau se détériorent inévitablement avec le temps, plus ou moins vite selon la qualité de l’installation. Même lorsqu’elles ne briment pas les déplacements des utilisateurs de la forêt publique, elles peuvent générer des apports importants de sédiments et entraver la circulation du poisson. Des situations où les ponceaux peuvent constituer des obstacles au déplacement du poisson sont décrites dans l’encadré.

On ne connait par le nombre ou le pourcentage de sections de chemins et de traverses de cours d’eau problématiques dans la région. Plus encore, plusieurs traverses de cours ou chemins ne sont pas répertoriés, mal localisés ou inadéquatement classés. Une étude de Paradis-Lacombe et Jutras (2016) permet d’évaluer l’ampleur du problème. Ceux-ci ont réalisé un inventaire complet des traverses de cours d’eau sur 13 bassins versants de territoires fauniques structurés un peu partout au Québec. Il s’est avéré que seulement 43 % des traverses rencontrées sur le terrain étaient correctement cartographiées alors que 12 % étaient non identifiées en raison de cours d’eau non cartographiés et 45% étaient non identifiées en raison de chemins non cartographiés. L’étude de Bergeron et Gagnon-Poiré (2006) montre que sur les 126 ponceaux inventoriés sur les rivières Cascapédia, Matapédia, Ste-Marguerite et Patapédia, 36 % sont franchissables, 46 % sont susceptibles de nuire à la libre circulation et 24 % sont infranchissables. Ainsi, la superficie d’habitat potentiellement inaccessible au poisson serait de 124 367 m2 pour la rivière Cascapédia seulement.

## Cause 2 : Difficulté de maintenir l’ensemble du réseau routier forestier en bon état

Le réseau de chemins forestiers de la Gaspésie compte plus de 30 000 km de chemins. Chaque année, quelques dizaines de kilomètres de chemin s’ajoutent. Il a été démontré, notamment par Bérubé *et al*. (2001) dans la région de la Capitale-Nationale, que les cours d’eau dans les bassins versants avec une plus grande densité de chemins auront un plus grand apport de sédiments fins. Luce *et al*. (2001) et Al-Chokhachy *et al*. (2016) indiquent que l’apport de sédiments est également déterminé par le type de bassin versant (topographie, dépôt de surface et climat) et par la configuration du réseau routier. À cet effet, en Gaspésie, certains secteurs sont reconnus pour être plus propices à engendrer des apports importants de sédiments. Le bassin versant de la rivière Grande Cascapédia en est un bon exemple (Conseil de l’eau Gaspésie Sud, 2015). La présence d’un vaste réseau de chemins forestiers constitue donc un facteur de risque pour la qualité de l’habitat aquatique.

L’entretien de ce vaste réseau de chemins forestiers est un sujet qui suscite le débat en Gaspésie, comme ailleurs au Québec. Malgré que les travaux de voirie en milieu forestier reposent sur un principe d’utilisateur-payeur, les utilisateurs ne contribuent pas selon les mêmes termes à l’entretien du réseau routier en forêt publique.

Les chemins qui sont entretenus le sont en très grande partie par les BGA. Le Programme de remboursement des coûts des chemins multiressources (PRCM), mis en œuvre en 2016, rembourse à l’industrie une bonne partie des coûts relatifs aux travaux requis pour assurer l’accès aux secteurs de récolte, jusqu’à concurrence d’une somme maximale pour chaque région. Les autres utilisateurs des chemins forestiers (gestionnaires des territoires fauniques structurés, clubs de VTT, FédéCP, etc.), ont des moyens financiers limités et leur contribution dépend essentiellement des programmes de subvention disponibles. De plus, leur manque de familiarité avec les modalités d’entretien, de réfection et d’amélioration des chemins limite leur capacité à réagir rapidement en cas d’urgence (ex. dégager un embâcle qui pourrait engendrer une rupture de ponceau), notamment lorsque l’habitat du poisson est en jeu, et encore plus dans le cas des rivières à saumons.

Par ailleurs, une grande partie du réseau de chemins forestiers gaspésien est faiblement fréquentée. Les efforts permettant de maintenir en état ces chemins apparaissent donc démesurés par rapport à leur utilisation marginale. Ainsi, malgré le soutien des différents programmes et subventions, une grande proportion du réseau de chemins forestiers reste sans entretien.

De surcroit, la connaissance de l’état des infrastructures de voirie forestière de la région est fragmentaire. Le Ministère effectue une évaluation d’une partie des infrastructures dans l’année qui suit leur installation. Par la suite, il n’y a généralement pas de suivi systématique des infrastructures. Les BGA évaluent l’état des chemins qu’ils auront à emprunter pour effectuer le transport du bois. De même, les territoires fauniques évaluent l’état des infrastructures sur leur territoire au cas par cas, notamment après les épisodes de crue printanière. Actuellement, il n’existe aucun mécanisme de suivi systématique des infrastructures à moyen ou long terme, outre le suivi de l’état des ponts. Les évaluations sont faites à la pièce, selon les besoins et les ressources des utilisateurs, ce qui fait en sorte que l’état des tronçons de chemin moins fréquentés est souvent méconnu.

#### ***Traverses de cours d’eau brisées, obstruées et usées prématurément***

*Avec le temps, les traverses de cours d’eau se détériorent et s’affaissent. De plus, les épisodes de crue engendrent le transport de débris de grande taille qui resteront bloqués en amont de la traverse. La capacité hydraulique des ponceaux est alors diminuée et la circulation du poisson entravée.*

*La présence de castors peut également être problématique dans certains secteurs. La construction de barrages à l’entrée des ponceaux cause leur obstruction ou l’inondation du chemin, alors qu’un barrage qui cède peut causer une crue torrentielle. Le Guide sur la prévention des dommages et le contrôle des animaux déprédateurs (MEF, 1997) donne différentes pistes permettant de prévenir les dommages liés à la présence de castors. Toutefois, les mesures préventives sont rarement mises de l’avant.*

*Le manque d’entretien préventif peut avoir pour effet de diminuer la durée de vie initialement prévue pour les différentes infrastructures. Paradis-Lacombe et Jutras (2016) ont constaté qu’à partir de 25 ans, la majorité des ponceaux en acier galvanisé commençaient à se dégrader sévèrement.*

#### ***Sédiments provenant de la surface de roulement, des fossés et des bassins de sédimentation***

*La surface des chemins doit être entretenue pour maintenir l’évacuation des eaux de ruissellement. Par exemple, lors du nivelage, il est nécessaire de créer une surface de roulement présentant une forme de « V » inversé et de conserver les bourrelets conçus pour diriger l’eau à l’extérieur des 20 mètres du cours d’eau. De même les fossés et les bassins de sédimentation doivent être vidés afin de demeurer utiles.*

Les conséquences d’un entretien défaillant des chemins forestiers

Enfin, même les chemins construits aujourd’hui, qui rencontrent en tout point les normes actuelles, deviendront un jour problématique sans réparation et entretien. L’incapacité d’entretenir l’ensemble du réseau conduit à la création de problématiques d’apport de sédiments dans les cours d’eau et d’entraves à la circulation du poisson. Les principaux problèmes rencontrés sont le bri, l’obstruction et l’usure prématurée[[1]](#footnote-1) des traverses de cours d’eau et l’entretien défaillant de la surface de roulement, des fossés et des bassins de sédimentation..

*L’entrée en vigueur du RADF mènera à l’installation de plus gros ponceaux capables de recevoir des débits de pointe plus importants. En effet, le RADF prévoit un ajout systématique de 5% au débit maximum instantané calculé. De plus, l’enfouissement des ponceaux circulaires se trouvant dans l’habitat du poisson sera augmenté jusqu’à 20 % ou 30 % du diamètre du conduit, tout en assurant que la dimension du conduit soit suffisante pour que la hauteur d’eau y soit toujours inférieure ou égale à 85 % de sa hauteur libre après l’enfouissement.*

*Néanmoins, ces nouvelles modalités seront-elles adéquates? Les quatre questions suivantes ont été soulevées par le comité sur la voirie forestière, qui y apporte les réponses suivantes.*

1. ***Utilisons-nous la meilleure méthode de calcul pour déterminer la taille de nos ponceaux*?**

*Selon les normes du RADF, le calcul de la dimension d’un ponceau repose notamment sur le débit de pointe ou débit maximum instantané. Étant donné que les données hydrométriques sont rarement disponibles, les débits de pointe sont le plus souvent inférés à partir d’un calcul d’estimation, la méthode rationnelle. Cette méthode, bien qu’elle ait été validée dans certains bassins versants, n’a pas été revue depuis les années 1970 (S. Jutras, comm. pers., mai 2017).*

*D’autres méthodes que celle utilisée au Québec existent pour calculer la dimension d’un ponceau. En Colombie-Britannique, par exemple, une période de récurrence de 100 ans est utilisée, mais le niveau d’eau peut atteindre 100% de la hauteur libre du ponceau (Tolland et al., 1998). La méthode utilisée en Colombie-Britannique ne mène donc pas nécessairement à l’installation de plus grands ponceaux que la méthode du Québec.*

1. ***Les dépôts de surface et la topographie de la Gaspésie sont-ils pris en compte?***

*Bien que les méthodes de calcul n’aient pas été développées à partir de sites propres à la Gaspésie, les estimations intègrent la nature des dépôts de surface et les caractéristiques topographiques, ce qui permet de considérer que les particularités de la Gaspésie seraient adéquatement prises en compte.*

1. ***La période de référence pour le calcul du débit de pointe, généralement 10 ans, est-elle adéquate?***

*La durée de vie théorique des ponceaux en acier galvanisé est d’environ 25 ans, alors que les débits de pointe sont généralement calculés sur une période de 10 ans (bassins versants de 60 km2 et moins). Toutefois, l’augmentation de l’enfouissement, la surestimation systématique du débit de pointe de 5 % et le maintien d’un niveau d’eau inférieure à 85 % de la hauteur libre après l’enfouissement en situation de débit maximum et permettent de présumer que les ponceaux sont en mesures d’accepter des débits beaucoup plus importants que le débit maximum instantané d’une période de 10 ans.*

1. ***Le dimensionnement tient-il compte des changements climatiques à venir?***

*L’augmentation du diamètre des ponceaux qui découle du RADF vise à se doter d’une marge de précaution face aux changements climatiques. Il demeure toutefois difficile d’avoir la certitude que cette mesure aura les résultats escomptés. Par ailleurs, l’augmentation croissante de la dimension des ponceaux ne constitue pas nécessairement la stratégie la plus appropriée à mettre en œuvre. Des travaux de recherche menés actuellement visent plutôt à développer des techniques qui permettront d’augmenter la résilience des infrastructures, notamment en prévoyant le passage de l’eau sur la surface de roulement lors d’épisodes extrêmes, engendrant ainsi moins de pression sur les traverses (Sylvain Jutras, comm. pers., mai 2017).*

*En somme, les réponses obtenues permettent de considérer que le dimensionnement des ponceaux prévu par le RADF sera adéquat.*

Le dimensionnement des ponceaux futurs sera-t-il adéquat?

## Cause 3 : Lacunes au niveau de la planification des chemins forestiers

### Segmentation de la planification des travaux d’aménagement forestier

Avant la réforme du régime forestier et l’abolition des Contrats d’approvisionnement et d’aménagement forestier (CAAF), les compagnies forestières avaient la responsabilité de leurs territoires de coupe, concédé pour une période de 25 ans. Elles planifiaient la récolte et la construction des chemins dans leur territoire afin de maintenir leur approvisionnement à des coûts compétitifs. Avec le nouveau régime, la planification des travaux de récolte et des travaux sylvicoles est faite par le MFFP et celle des chemins, par les BGA. Les compagnies forestières ne sachant pas à long terme quels chantiers leur seront attribués, elles sont moins enclines à construire ou à entretenir des chemins dans la perspective de maximiser l’accès pour des chantiers ultérieurs.

### Manque de fiabilité des données sur le réseau hydrographique

Quel que soit le travail de planification réalisé en amont, la réalité rencontrée sur le terrain prévaut une fois le temps venu de construire un chemin. Les tracés de chemins et l’emplacement ou la dimension des traverses de cours d’eau peuvent changer. La localisation et la classification des cours d’eau, particulièrement les cours d’eau intermittents, sont souvent déficientes, ce qui occasionne de multiples changements par rapport à la planification initiale. Des travaux effectués dans les Laurentides ont montré qu’une majorité (70 %) de cours d’eau classifiés comme étant à écoulement intermittent étaient en réalité des cours d’eau permanent, et que plusieurs cours d’eau, permanents ou intermittents, ne sont pas cartographiés (Hatin et Charrette, 2014).Dans ces conditions, il peut s’avérer difficile de planifier un réseau de chemin optimal, qui réduit le plus possible les interférences avec le milieu aquatique. L’acquisition des données LIDAR pour la Gaspésie dans les prochaines années, devrait permettre de raffiner la localisation des cours d’eau.

Il est prévu que la planification soit finalisée plusieurs mois avant la période de récolte, ce qui normalement devrait laisser la latitude nécessaire aux BGA pour effectuer le repérage sur le terrain bien avant de réaliser les travaux. Toutefois, de nombreux impondérables peuvent nécessiter de compresser le temps imparti à cette période d’ajustement.

## Cause 4 : Manque d’encadrement lors de la réalisation des travaux d’entretien

La qualité de l’entretien n’est pas uniforme chez les opérateurs qui effectuent ce type de travaux. Le manque d’encadrement clair quant aux techniques à employer semble être en jeu. Bien que les BGA disposent d’outils pédagogiques et forment adéquatement leur personnel, certains opérateurs arrivent à de meilleurs résultats que d’autres.

Des intervenants autres que les BGA peuvent être appelés à effectuer des travaux d’entretien de chemin ou de traverses de cours d’eau. N’ayant pas de personnel formé au sein de leur organisation, ils doivent faire appel à des opérateurs qui ne sont pas toujours familiers avec les modalités du RADF et les saines pratiques en matière d’entretien (ex. dégager les sorties d’eau, maintenir le bourrelet au-dessus des traverses de cours d’eau, etc.). Les intervenants doivent néanmoins faire appel à ces entrepreneurs faute d’une solution de rechange. Le manque de formation de ces travailleurs peu familiers aux saines pratiques d’entretien peut aller jusqu’à renforcer les problématiques d’apport de sédiments dans les cours d’eau.

## Cause 5 : Manque de conscientisation des utilisateurs sur les impacts de la circulation de véhicules sur l’habitat aquatique

Il subsiste toujours un manque de conscientisation de certains utilisateurs des chemins forestiers sur les impacts de la circulation de véhicules et de la voirie forestière sur la qualité de l’habitat aquatique. Le travail de sensibilisation, autant des travailleurs que des utilisateurs récréatifs, demeure nécessaire. Le sens du bien commun, de la responsabilité et de la fierté de chaque utilisateur face au maintien d’un habitat aquatique de qualité reste une notion qui devrait être mise de l’avant auprès de chacun des groupes qui sont partie prenantes de la gestion intégrée du territoire forestier public.

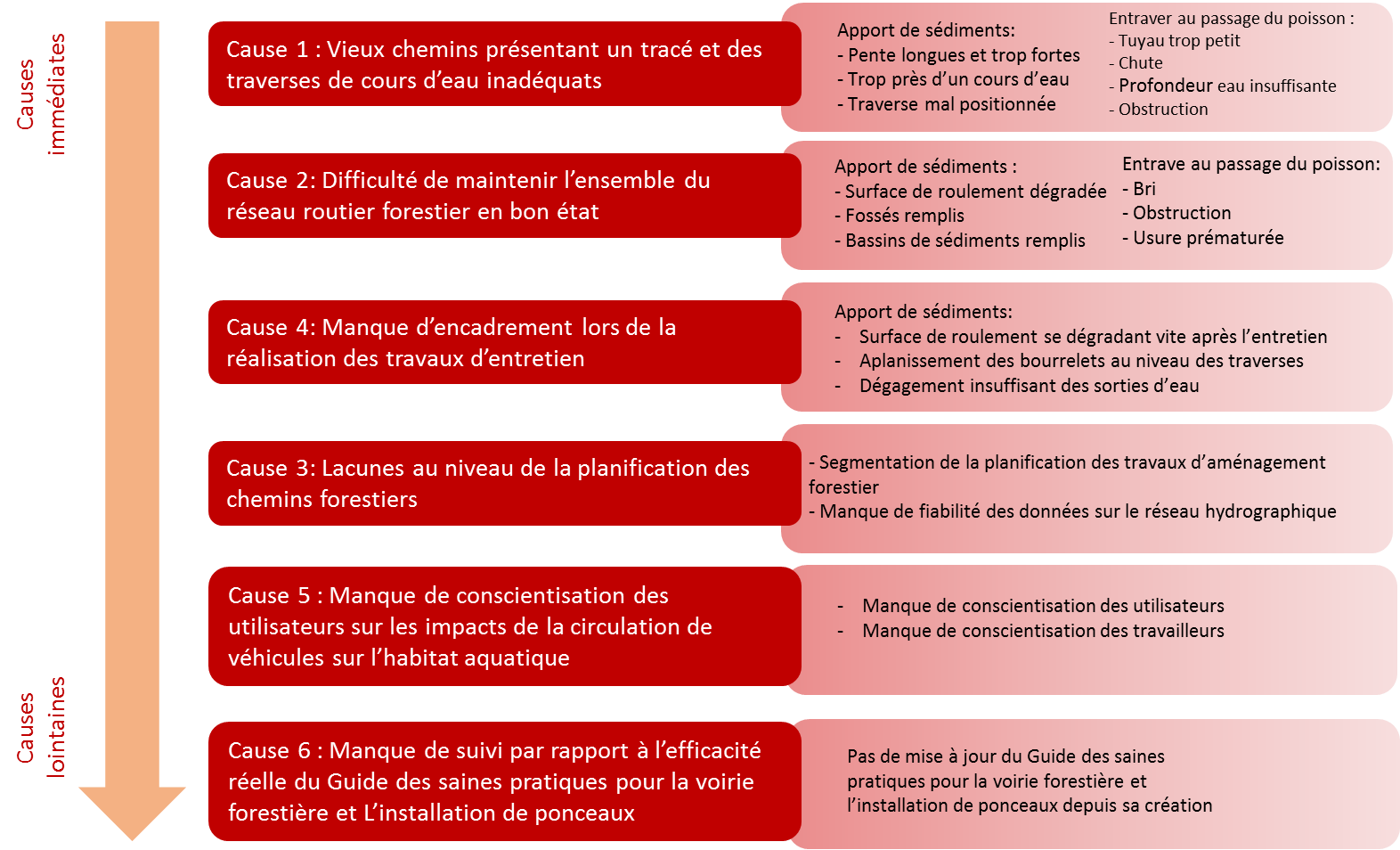
*Les recherches de Reid et Dunne (1984), basées sur des bassins versants de l’Oregon, ont permis de démontrer que l’intensité de l’utilisation des chemins influençait grandement la quantité de sédiments produite par ceux-ci. En effet, le passage répété de camions de transport de bois sur un chemin lors d’une journée de forte pluie produira beaucoup de sédiments qui peuvent rejoindre les cours d’eau s’il n’y a pas de mesures adéquates (sortie d’eau, fossés, bassins de sédimentation, etc.) pour éviter que les eaux du chemin connectent avec le réseau hydrographique.*

*Les BGA sont au fait de ce problème et agissent pour limiter cette problématique. Lors d’épisodes de forte pluie ils réduisent ou arrêtent complètement le transport de bois sur les chemins forestiers. En effet, ils savent que les camions risquent de s’enliser et de rendre impraticables les chemins, ce qui implique des coûts d’opération supplémentaires. Ainsi, ils intensifient le transport avant une forte pluie, ou attendent que les chemins soient à nouveau secs avant de reprendre le transport. Une stratégie qui limite les coûts et les apports de sédiments.*

Transport réduit en cas de forte pluie

## Cause 6 : Manque de suivi par rapport à l’efficacité réelle du Guide des saines pratiques pour la voirie forestière et L’installation de ponceaux

Plus de 15 ans après le début de son application, on constate que peu d’études permettent d’évaluer l’efficacité des Saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux (MRN, 2001). Ce guide s’est avéré un très bon outil complémentaire pour atteindre les objectifs du RNI, notamment en ce qui a trait à l’érosion des chemins (Deslisle et al. 2004). Toutefois, certains éléments contenus dans le guide pourraient s’avérer désuets ou pourraient être améliorés en raison de nouvelles connaissances ou de nouvelles technologies utilisées. De la même façon que le RADF intégre de nouvelles exigences pour améliorer les normes mises en place par le RNI, il pourrait y avoir lieu de bonifier les Saines pratiques en voirie forestière et installation de ponceaux pour en faire un outil encore plus performant pour accompagner le RADF.



# Enjeu de la fragmentation du couvert forestier : pourquoi devrait-on agir?

Les chemins sont des éléments clés de l’occupation du territoire. La construction d’un chemin est, depuis le début des premiers travaux forestiers, considérée comme une initiative contribuant au développement. Le mode de gestion actuel des chemins reflète cette conception.

Au cours des dernières décennies toutefois, un changement de perception s’opère graduellement. Les milliers de kilomètres de chemins qui parcourent notre territoire ne sont pas seulement des accès : ils modifient profondément le couvert forestier, avec des effets notables sur la biodiversité et les processus écologiques. Nous arrivons donc à la limite de notre mode de gestion actuel : d’une part nous voulons maintenir un accès à la forêt publique pour l’ensemble des utilisateurs, et d’autre part nous devons minimiser le morcellement de nos massifs forestiers.

On compte plus de 30 000 km de chemins forestiers en Gaspésie, ceux-ci couvrant une superficie approximative de 60 000 ha. La majorité de ces chemins sont des chemins de classe 4. Chaque année, quelques dizaines de kilomètres de chemin supplémentaires s’y ajoutent.

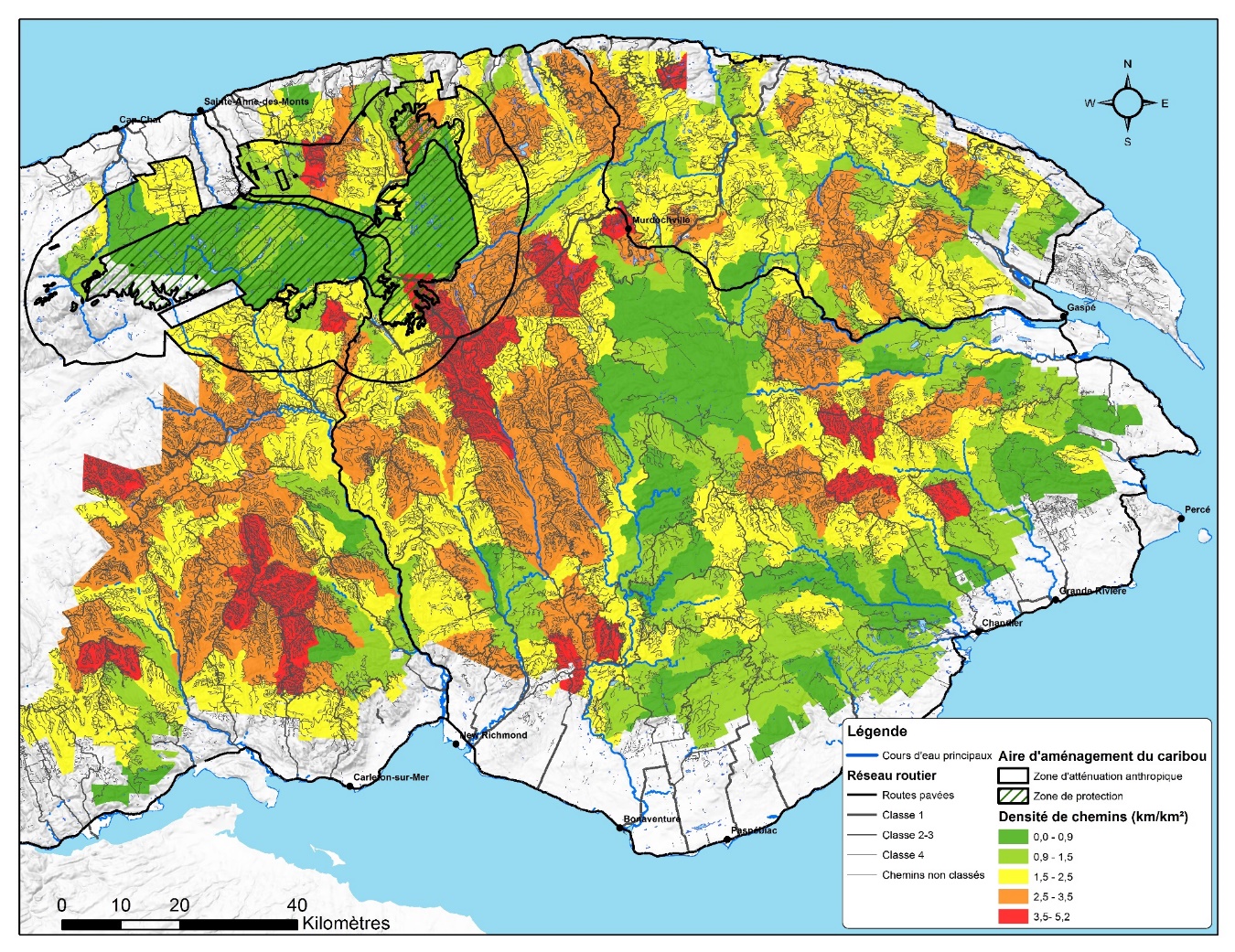


Figure 1. Densité des chemins dans les compartiments d'organisation spatiale (COS) de la Gaspésie

La contribution de ces chemins à l’enjeu de la fragmentation des massifs forestiers se décline selon trois impacts : la perte de forêt d’intérieur, la perte de superficie productive et la perturbation de l’habitat du caribou.

## Perte de forêt d’intérieur

Les ouvertures créées dans le couvert forestier influencent la composition végétale et les conditions d’habitats des forêts adjacentes en modifiant certains de leurs paramètres biophysiques (température, humidité, lumière disponible, vitesse du vent, etc.) (Forman et Alexander, 1998; Forman et Deblinger, 2000). La zone forestière qui est modifiée par l’ouverture adjacente se nomme la lisière et l’effet qu’ont ces ouvertures sur les milieux forestiers est conséquemment appelé effet de lisières (Saunders et coll., 1991; Murcia, 1995). Les portions de forêts non touchées par ces nouvelles conditions environnementales, et qui se situent au-delà de la lisière, se nomment forêt d’intérieur (Watkins et coll., 2003). Les superficies de forêts d’intérieur sont donc inversement liées au nombre d’ouvertures forestières et de forêts de lisière sur le territoire (Gascon et coll., 2000).

Les chemins sont des perturbations linéaires qui fragmentent la matrice forestière et diminuent la superficie de la forêt d’intérieur. Une forêt d’intérieur est définie comme un bloc compact de forêt de 12 m de hauteur d’une superficie de 50 ha et plus sans effet de lisière. Les chemins constituent une des perturbations qui entraînent un effet de lisière. Une lisière de 75 m doit donc être soustraite de part et d’autre de chaque chemin afin de pouvoir délimiter un bloc de forêt d’intérieur.

Les prochaines sections présentent un survol des principaux impacts liés à l’effet de lisière et à la perte de forêt d’intérieur attribuables aux chemins forestiers. La demande de dérogation présentée par le MFFP (2016) pour une répartition des coupes selon les compartiments d’organisation spatiale (COS) décrit ces impacts de façon plus détaillée.

### Changements des conditions biophysiques

La bande de 75 m qui se situe de part et d’autre d’un chemin présente des caractéristiques biophysiques spécifiques. L’ouverture de la matrice forestière créée par le chemin engendre des conditions de vent, d’ensoleillement, de température et d’humidité qui ne sont pas les mêmes qu’à l’intérieur d’un îlot forestier. Les processus écologiques sont ainsi modifiés et la matrice forestière est changée.

### Perte d’habitat, perte de biodiversité

Le changement des conditions environnementales entraîne la mise en place d’un nouveau type d’habitat dans la lisière de part et d’autre du chemin. Ce nouvel habitat empiète sur l’espace occupé par la forêt d’intérieur. Ainsi, les espèces privilégiant les conditions de forêt d’intérieur perdent une partie de leur habitat. Cette perte d’habitat peut aller jusqu’à la disparition de certaines espèces et contribue donc à la perte de biodiversité de la forêt.

### Baisse de la représentativité des espèces et fragmentation des populations

Certaines espèces sont en mesure de trouver un nouvel habitat présentant les mêmes caractéristiques que leur emplacement initial. Toutefois, cela signifie que même si l’espèce demeure présente à l’échelle de la région, elle pourrait disparaître sur certaines portions du territoire. De plus, certaines populations peuvent devenir isolées, ce qui peut entraîner une perte de la diversité génétique de la population et, à terme, compromettre son maintien.

### Envahissement par des espèces exotiques

Le nouvel habitat que constitue la lisière forestière en marge des chemins entraîne la prolifération d’espèces adaptées aux nouvelles conditions. Les lisières sont donc des milieux propices à l’envahissement par des espèces allochtones qui changent la composition du couvert forestier et amènent un nouveau cortège faunique et peuvent être nuisible pour les travailleurs forestiers (p. ex : berce du Caucase).

## Perte de superficie forestière

La multiplication des chemins forestiers entraîne une perte de superficie forestière productive, ce qui diminue la possibilité forestière. Sur le territoire de la Gaspésie, beaucoup de vieux chemins sont abandonnés et ne seront plus utilisés par l’industrie forestière. Selon les PAFIT (2013-2018) de la région, la superficie occupée par les chemins et leur emprise représente de 3 à 5 % du territoire forestier selon les UA. Toutefois, on estime que le reboisement naturel de l’emprise de chemins non-utilisés pourrait contribuer à diminuer la superficie productive perdue.

Jusqu’à présent, aucune analyse coût-bénéfice n’a été effectuée pour déterminer les retombées économiques potentielles de la remise en production de chemins abandonnés.

## Perturbation de l’habitat du caribou

Les chemins sont des perturbations de l’habitat du caribou. Ils engendrent d’une part un comportement d’évitement par le caribou et d’autre part des voies de déplacement préférentielles pour ses prédateurs. Le maintien et le rétablissement de la harde de caribous de la Gaspésie est compromise, entre autres, par la forte densité de chemins dans une large part de son aire de fréquentation.

Selon la revue de littérature et l’étude terrain réalisées dans Charlevoix par St-Laurent *et al*. (2014), tous les chemins, peu importe leur âge et leur classe, sont des perturbations pour le caribou (sauf les chemins non classés pendant le rut). Les réponses comportementales du caribou en présence de chemins peuvent varier : augmentation de la vigilance, habituation, évitement, abandon de certaines portions du domaine vital (St-Laurent et *al*., 2014). Ces choix comportementaux sont susceptibles d’avoir des impacts sur la démographie des caribous.

Ces changements de comportement induisent une dépense énergétique en augmentant le taux de déplacement tout en réduisant le temps accordé à s’alimenter étant donné les plus longues périodes de vigilance. Si la présence de plantes herbacées et d’essences feuillues en bordure de route peut avoir un impact positif, l’augmentation des risques de rencontre avec un prédateur peut s’avérer néfaste (St-Laurent et *al*., 2014).

Les corridors linéaires que représentent les chemins facilitent les déplacements des prédateurs, ce qui rend leur chasse plus efficace alors qu’ils couvrent plus de territoire en un temps moindre. Même les chemins non classés, jugés non praticables, sont utilisés par un prédateur comme le loup (St-Laurent et *al*., 2014) et probablement le coyote.

Le maintien de la certification FSC pour les industries forestières de la région passe par la démonstration que des mesures adéquates sont prises pour assurer la protection de l’habitat du caribou. Au Bas-Saint-Laurent, une requête d’action corrective (RAC) a été émise en lien avec la protection du caribou de la Gaspésie et la certification forestière FSC. La *Rainforest Alliance* avait alors constaté que le gestionnaire n’avait pas démontré que les stratégies et les mesures d’aménagement adoptées pour maintenir ou restaurer les hautes valeurs pour la conservation (HVC) reconnues à cette forêt étaient conformes au principe de précaution. À la suite de l’analyse du dossier par un consultant, la fermeture de chemins dans l’aire de fréquentation du caribou a été la principale recommandation émise.

Le caribou est une espèce phare dans la région. Toutefois, il ne s’agit pas de la seule espèce dont le comportement et la relation prédateur-proie sont affectés par la présence de chemins. D’autres espèces (amphibiens, oiseaux, mammifères) sont également sujettes aux impacts de la voirie forestière (St-Laurent et *al*., 2014).

***Un impact sur une distance de plusieurs kilomètres***

Un chemin forestier, tant qu’il est praticable par des prédateurs ou des véhicules motorisés, incluant les VTT, représente une perturbation suffisante pour induire une réponse comportementale chez le caribou. De manière générale, les caribous évitent sur une distance moyenne de 0,75 km les chemins forestiers. Mais l’impact des chemins pourrait se faire sentir sur une distance encore plus grande. Certaines études montrent que les caribous se concentrent à une distance de 3,7 à 4,5 km du chemin. Cette utilisation de l’espace, plus prévisible, le rend plus vulnérable aux prédateurs.

***Une réponse qui varie en fonction de la densité des chemins***

Le comportement des caribous varie en fonction de la densité des chemins. Lorsque la densité est faible, le caribou est moins enclin à traverser le chemin (évitement), lorsque la densité augmente, le taux de traversées tend à augmenter rapidement (comportement d’alerte et de relocalisation fréquente). Au-delà d’un certain seuil, les caribous ont plutôt tendance à limiter leurs mouvements et à se restreindre à des habitats sub-optimaux, où le risque de prédation est plus élevé.

***Pas d’atténuation marquée de l’impact des chemins avec le temps.***

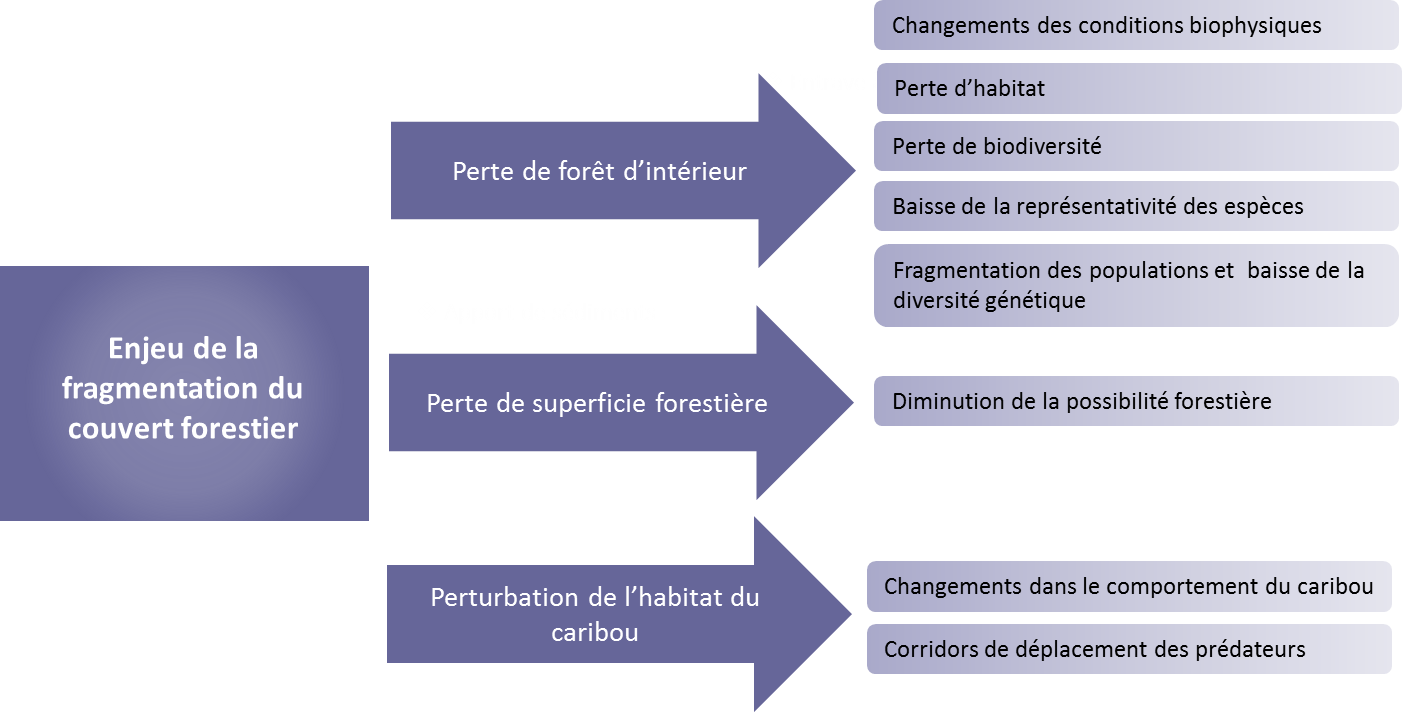
Le lien entre l’âge d’un chemin et le changement de comportement reste à définir. Il semble que les chemins construits il y a 10 ans et les chemins construits il y a 50 ans peuvent occasionner des comportements d’évitement. Au mieux, les chemins plus vieux pourraient engendrer un évitement moindre. L’état de végétalisation d’un ancien chemin peut également varier beaucoup d’un site à l’autre, notamment selon l’utilisation qui en est faite depuis sa construction.

***Un impact accentué sur les femelles en période de mise bas***

Les femelles caribous s’éloignent encore davantage des routes lors de la période de mise bas, et durant la période d’élevage des faons. Par ailleurs, les femelles sont fidèles à leur site de mise bas, ce qui favoriserait le succès reproducteur en permettant une plus grande familiarité avec la nourriture et le couvert de fuite. La construction de nouvelles routes peut les pousser à déplacer leur emplacement de mise bas.

Pour mieux comprendre l’impact des chemins sur le caribou

*Tiré de St-Laurent, Beauchesne et Lesmerises (2014)*



# Enjeu de la fragmentation du couvert forestier : Les causes sur lesquelles nous pourrions agir

Certains éléments permettent d’expliquer pourquoi le réseau de chemin s’est déployé et continue de se déployer sans apparence de modération. Les causes identifiées visent à soulever des pistes d’action en vue de mettre en place des solutions favorisant un réseau de chemin engendrant une moins forte fragmentation des massifs forestiers.

## Cause 1 : Particularités du territoire

### Topographie et hydrographie

La configuration du réseau hydrographique impose certaines contraintes lors de la planification des chemins. En effet, plusieurs rivières à saumon constituent des obstacles infranchissables qui doivent être contournés sur plusieurs kilomètres. De manière générale, les cours d’eau sont nombreux et créent des contraintes qui peuvent augmenter le nombre de kilomètres de chemins. Il en va de même pour les secteurs caractérisés par de fortes pentes. La présence de pentes fait en sorte que les chemins doivent être plus longs afin que leur tracé ne présente pas une inclinaison trop forte.

Le respect des modalités du RADF, des Saines pratiques en voirie forestière et l’installation de ponceaux (MRN, 2001) de même que du Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec (MRN, 1998), nécessaires au maintien de la qualité de l’habitat aquatique et à la durabilité des chemins, pourrait aussi contribuer à l’augmentation du nombre de kilomètres de chemins.

### Un substrat favorable à la construction de chemins

Le coût de construction des chemins en Gaspésie serait moins élevé qu’ailleurs dans la province. Il semble que la nature des dépôts de surface fasse en sorte que, de façon générale, il n’est pas nécessaire de transporter du matériel pour le remblayage des chemins, ce qui permettrait de limiter les coûts de construction. Par contre, la topographie en pente contribue à l’inverse à augmenter les coûts de construction. Ainsi, les coûts peuvent être plus élevés sur certaines portions du territoire, mais apparaissent plus faibles à l’échelle régionale. L’enquête de coût compilée par région ou groupe de région, indique que le coût des chemins forestiers (incluant la construction et l’entretien) de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent est en moyenne de 38 % inférieur à la moyenne québécoise de l’enquête (Sébastien Lacroix, BMMB, comm. pers.). Les données pour la Gaspésie exclusivement ne sont pas disponibles.

Cette situation se traduit par certaines spécificités régionales de notre voirie forestière. Par exemple, les parterres de coupe sont traversés par un plus grand nombre d’embranchement en Gaspésie qu’en Abitibi. De même les sentiers de débardage dépassent rarement 400 m en Gaspésie, bien que des distances de 600 m soient parfois demandées par l’industrie. Dans d’autres régions, les industriels réalisent plus souvent un débardage à plus de 600 m afin de diminuer la quantité de chemins à construire (François Godin, Produits forestiers Temrex, comm. pers). Ainsi, il semble que le faible coût des chemins ait favorisé un nombre élevé de ramifications de chemins sans issus en Gaspésie.

## Cause 2 : Lente reprise de la végétation

### Durcissement de la surface de roulement

Les chemins constituent des surfaces sur lesquelles la régénération naturelle est plus lente en raison du durcissement du sol nécessaire pour créer une surface de roulement adéquate et durable. Même si les chemins sont peu fréquentés, la régénération se fera plus lentement au niveau du chemin que dans le parterre de coupe.

### Sols pauvres

La construction d’un chemin implique le retrait de la couche superficielle du sol afin de créer une surface de roulement adéquate. Cette opération entraîne le retrait des éléments organiques qui contribuent à la richesse du sol et à la rétention de l’humidité. La régénération se fait plus lentement sur un sol minéral ou pauvre en matière organique qui retient moins l’humidité du sol.

### Circulation de véhicules

La reprise de la végétation est également ralentie par le maintien de la circulation dans les chemins forestiers. Même si le chemin n’est pas entretenu de façon formelle, le passage de véhicules peut détruire la régénération qui arrive à s’y implanter. S’ils survivent, les arbres resteront de petite taille.

## Cause 3 : Contraintes reliées à la règlementation

### Interdiction de réaliser des aires d’empilement le long des corridors routiers

Certaines modalités du RADF prévoient l’interdiction d’implanter des aires d’empilement le long des corridors routiers principaux. Cette mesure vise à assurer la qualité visuelle des paysages, de même qu’à augmenter la sécurité des utilisateurs. Cette modalité a toutefois pour effet que les BGA doivent, dans certains cas, construire des tronçons de chemin spécifiquement pour réaliser des aires d’empilement, augmentant ainsi le nombre de kilomètres de chemins forestiers.

En 2017, certains BGA se sont mobilisés afin que soient apportés des changements dans cette situation. ont effectué un calcul du nombre de kilomètres de chemins construits et de la superficie forestière perdue en raison de l’application de cette modalité.

Depuis, le MFFP a revu sa classification des chemins en corridor routier qui était devenue désuète. Cette mise à jour a permis de retirer 60 % des chemins de la classification en corridors routiers. Ainsi, une diminution de la construction de tronçons de chemin à des fins d’empilement du bois devrait être observée.

Les autres exigences permettant d’assurer la durabilité des chemins et la sécurité des usagers lors de la récolte et du transport de bois continuent de s’appliquer sur certains des chemins qui ont été retirés.

### Courte distance de débardage

Les sentiers de débardage sont utilisés pour acheminer le bois du parterre de coupe vers le chemin. La présence d’obstacles, la superficie et la forme du bloc, et les niveaux de rétention dans la coupe influencent la longueur des sentiers de débardage. De plus, les travaux sylvicoles effectués après la coupe nécessitent un accès au parterre de coupe. Les directives de santé et de sécurité au travail indiquent que les travailleurs sylvicoles devraient se trouver en tout temps à moins de 30 minutes de marche d’un véhicule d’urgence. Ainsi, les entreprises de travaux sylvicoles préconisent la construction de chemins dans les parterres de coupe plutôt que le débardage.

Actuellement, la longueur des sentiers de débardage ciblée dans le Plan d’aménagement forestier intégré tactique produit par la Direction de la gestion des forêts de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine en collaboration avec les TGIRT est de 400 m pour 90% des secteurs d’intervention.

### Répartition éclatée des coupes sur le territoire

La stratégie de coupe en mosaïque a favorisé la création de parterres de coupe de petite taille, répartis sur de grandes portions du territoire. Cette distribution extensive des coupes a contribué à la densification des chemins forestiers pour accéder aux différents parterres de coupe.

Afin d’entamer les changements nécessaires à l’amélioration de la situation, un nouveau mode de répartition des coupes basé sur un découpage en compartiment d’organisation spatiale (COS) est actuellement à l’essai dans les UA de la Gaspésie pour la période 2016-2023. L’objectif principal de cette approche est de favoriser le maintien ou la restauration de massifs forestiers non fragmentés, contribuant ainsi à maintenir les attributs clés liés à l’organisation spatiale des peuplements que l’on trouvait dans les sapinières naturelles gaspésiennes.

## Cause 4 : Lacunes au niveau de la gestion et de la planification du réseau de chemins forestiers

### Segmentation de la planification des travaux d’aménagement forestier

Tel que mentionné à la section 4.3 portant sur les causes de l’apport de sédiments et de l’entrave à la libre circulation du poisson, la planification des travaux de récolte et d’aménagement forestier est sous la responsabilité du MFFP, alors que la planification des chemins revient aux BGA. Les compagnies forestières ne sachant pas à long terme quels chantiers leur seront attribués, elles planifient des chemins permettant de minimiser les dépenses de récolte au cas par cas, pour chaque chantier. Ainsi, le déploiement de nouveaux tronçons ou la décision d’améliorer ou d’entretenir une portion de chemin est dicté surtout par les besoins immédiats et non par l’optimisation à plus long terme du réseau de chemins forestiers.

### Méconnaissance du niveau de fermeture des vieux chemins

On connaît mal le degré de fermeture des chemins faiblement fréquentés. Les chemins cartographiés peuvent s’avérer refermés à un point tel qu’ils ne sont pas praticables une fois sur le terrain. Au moment de planifier les travaux de voirie pour accéder à un parterre de coupe, l’utilisation d’anciens chemins cartographiés comporte une part d’incertitude. En effet, les BGA ne savent souvent pas dans quel état un tronçon cartographié se trouve en réalité. Ainsi, cette méconnaissance ne facilite pas l’utilisation d’anciens chemins lors de la planification des accès à un parterre de coupe.

### Gestion conduisant à l’abandon des chemins

Une fois les travaux de récolte terminés, les chemins forestiers passent sous la responsabilité de l’État québécois, lequel mise sur le principe d’utilisateur-payeur pour financer les travaux d’entretien nécessaires. Si des efforts d’entretien sont consentis, notamment au niveau des territoires fauniques structurés, ailleurs, une grande partie du réseau est sous-entretenue, et dans certains cas, finalement abandonnée, faute d’entretien. Les chemins abandonnés et faiblement fréquentés continuent à contribuer à la fragmentation du couvert forestier, surtout dans les secteurs où la reprise de la végétation est lente. Tel que mentionné précédemment (section 6.2), le durcissement et la pauvreté du sol de même que le passage sporadique de véhicules retardent souvent le retour de la forêt d’intérieur.

### Création de voies de contournement

Certains vieux chemins peuvent ne plus convenir aux exigences actuelles en matière de transport de bois et de sécurité. Les chemins dont la localisation et la configuration ne sont pas adéquates se détériorent rapidement et demandent un entretien récurrent. Les coûts associés à la remise aux normes de vieux chemins désuets faute d’entretien peuvent s’avérer élevés. Il devient alors économiquement plus rentable de construire un nouveau tronçon pour contourner la portion problématique.

Ainsi, deux tronçons de chemins parallèles sont souvent créés sur le territoire, ce qui contribue à accentuer la fragmentation du couvert forestier.

## Cause 5 : Maintien des chemins pour une utilisation ultérieure

### Utilisation pour des travaux sylvicoles

Des efforts importants sont investis dans les travaux sylvicoles pour favoriser le développement de peuplements forestiers ayant un bon potentiel économique. Toutefois, l’ensemble des parterres de coupe ne sont pas remis en production artificiellement en raison de la présence d’une régénération naturelle de qualité ou du faible potentiel du site. En effet, la pratique sylvicole est appliquée suivant trois gradients : extensif, de base et intensif. Les besoins d’accessibilité des entreprises sylvicoles varient en fonction du type de traitement. Néanmoins, la gestion et la planification des chemins ne tiennent pas compte de ces différents scénarios. Les accès sont donc maintenus d’emblée, même si la possibilité d’un retour pour les travaux sylvicoles est peu probable.

***Scénario sylvicole extensif***

La pratique extensive se limite généralement à laisser la régénération naturelle évoluer et ne nécessite pas de retour sur la parcelle avant la prochaine coupe qui aura lieu dans 40 ans pour une coupe partielle et dans 90 ans pour une coupe totale. Ce type de scénario est rarement appliqué : il est plutôt associé à des secteurs où les sols sont fragiles, ou qui sont difficiles d’accès ou en fortes pentes.

***Scénario sylvicole de base***

Le scénario sylvicole de base privilégie la régénération naturelle, mais comprend parfois un reboisement, des traitements d’entretien (dégagement, nettoiement, éclaircie précommerciale) qui s’échelonneront sur une période de 3 à 12 ans après la coupe. Le retour pour la coupe aura lieu dans 30 à 40 ans pour les coupes partielles et dans environ 60 ans pour les coupes totales. C’est la situation qui est actuellement la plus répandue.

***Scénario sylvicole intensif***

Le scénario sylvicole intensif privilégie le reboisement et des traitements d’entretien et d’éducation, auxquels s’ajoutent des traitements commerciaux (éclaircie commerciale). Les travaux s’échelonnent sur la durée de la rotation. Ce type de scénario correspond aux traitements effectués dans les aires d’intensification de la production ligneuse (AIPL).

Les scénarios sylvicoles : une piste pour mieux planifier la durée de vie de nos chemins

### Utilisation à des fins récréatives non encadrées

Une fois un chemin construit, de nombreux utilisateurs peuvent y circuler: chasseurs, trappeurs, pêcheurs et conducteurs de VTT. Les chemins construits pour l’exploitation forestière servent ensuite à un grand nombre d’utilisateurs et contribuent notamment au déploiement d’activités économiques importantes pour la région. Le MFFP est officiellement responsable des chemins forestiers présents sur le territoire public.

Les utilisateurs s’approprient rapidement le passage dans les chemins forestiers. Les habitudes ancrées de longue date créent des réticences quand il est question de changer les modalités de gestion des chemins forestiers.



# Solutions proposées en réponse aux différentes problématiques

Cette section présente les solutions explorées par le comité sur la voirie forestière afin de répondre aux enjeux de qualité de l’habitat aquatique et de fragmentation du couvert forestier en lien avec le réseau de chemins forestiers.

## Solution 1 : Fermeture de tronçons de chemin avec remise en production

**Enjeu visé** : Fragmentation du couvert forestier et qualité de l’habitat aquatique

**Objectif**: Augmenter la superficie de forêt d’intérieur, réduire les perturbations de l’habitat du caribou, réduire la perte de superficie productive, réduire les risques d’érosion et d’apport de sédiments vers les cours d’eau.

**Tronçons de chemins ciblés**

* Chemin inutilisé suite à la construction d’une voie de contournement.
* Chemin situé dans un COS essentiel pour la conservation du caribou
* Chemin situé dans l’aire de fréquentation du caribou
* Chemin traversant ou situé près de la limite d’un territoire faunique structuré
* Chemin traversant ou situé près d’une aire protégée
* Chemin situé dans un COS où le maintien de blocs compacts est problématique
* Chemin sans issu (sans embranchement secondaire)

**Chemins exclus :**

* Chemin requis pour des travaux d’aménagement forestier dans un horizon de moins de 30 ans (dont, par conséquent, les AIPL)
* Chemin donnant accès à un droit reconnu (territoire faunique structuré, bail d’abri sommaire, bail de villégiature).

### Description de la solution :

La fermeture de chemin avec remise en production consiste à condamner l’accès à un tronçon de chemin, à en défaire la mise en forme et à favoriser sa végétalisation, notamment par le reboisement.

Les effets bénéfiques de cette solution ont été démontrés autant sur le renne de Norvège que sur la faune en général (St-Laurent et al., 2014). Les effets sur la qualité de l’habitat aquatique ont également été démontrés, bien que la littérature sur ce sujet demeure peu abondante. Il semble que niveau de revégétalisation des chemins fermés soit positivement corrélé avec la réduction de sédiments fins dans les bassins versant : plus la végétation est bien installée (couvert composé d’herbes, d’arbustes et d’arbres), moins les sédiments fins seraient acheminés vers les cours d’eau (McCaffrey *et al*., 2007).

Afin de générer les plus grands bénéfices écologiques tout en limitant les coûts sociaux et économiques de la mise en place de cette solution, Luce *et al*. (2001) propose d’aborder le choix des infrastructures ou des territoires à prioriser en abordant les questions suivantes: où les enjeux de fragmentation du couvert forestier et de qualité de l’habitat aquatique nous apparaissent les plus critiques? À l’intérieur de ces secteurs, quelles sont les structures qui entraînent les dommages les plus importants? Parmi ceux-ci, quelles sont ceux que nous pouvons effectivement fermer et remettre en production.

Aux États-Unis, se sont environ 3 200 km de chemin qui sont mis hors service annuellement, avec ou sans remise en production (McCaffrey *et al*., 2007). Dans le Parc national de la Gaspésie, des fermetures de chemins ont été réalisées à l’été 2017, alors qu’un total de 23 km de chemin a été fermé et remis en production dans différents secteurs du parc.

Un banc d’essai de fermeture de chemin a également été mis de l’avant par le comité sur la voirie forestière en 2017 avec la collaboration de Produits forestiers Temrex (secteur de Saint-Louis). Ce banc d’essai a permis de documenter les modalités (type de machinerie, technique de démantèlement et d’ameublissement, durée des opérations) et les coûts associés à ce type de travaux dans un contexte gaspésien.

Le rapport du Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles portant sur les *Mesures d’atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie* (Varady-Szabo et Gauthier, 2014) et le Guide les techniques de fermeture de chemins du domaine de l’État (MRNF, 2007) contiennent de nombreuses informations sur les modalités de fermeture de chemin. Les prochaines sections s’inspirent largement de ces deux ouvrages.

Les différentes étapes de la fermeture sont décrites sommairement dans les sections suivantes.

#### Fermeture des accès

Le blocage des accès vise à empêcher la circulation de véhicules. La mise en place d’obstacles routiers, comme des monticules de terre ou de blocs de roches, d’une hauteur minimale de 2 m favorise l’arrêt de la circulation (MRNF, 2007). Le Guide de fermeture de chemins du domaine de l’État du MRNF recommande également d’ériger au début des tronçons fermés un camouflage visuel: monticules de débris de coupe, amas rocheux ou arbres de bonnes dimension et en densité suffisante (ex. : transplantation d’arbres d’au moins 2 m pris à proximité) (MRNF, 2007). Les accès bloqués doivent obligatoirement être signalisés selon le Guide de signalisation routière sur les terres du domaine de l’État (MRN, 2013).

#### Démantèlement de la mise en forme

Le démantèlement de la mise en forme du chemin peut se faire selon différentes modalités. Le choix de la technique la plus appropriée dépend notamment des objectifs de restauration de l’hydrologie et des risques de glissement de terrain. Les techniques pour éviter les cas d’érosion, comme par exemple les digues et remblais de déviation, devraient être utilisées si nécessaire, notamment dans les chemins en pente. Si le tronçon comporte une traverse de cours d’eau, celle-ci doit être retirée et le lit et les berges du cours d’eau doivent être stabilisées.

Les trois types de démantèlement présentés proviennent du travail de documentation du Consortium et foresterie Gaspésie–Les-Îles réalisé par Gauthier et Varady-Szabo (2014). Ce document décrit plus en détail les différentes techniques, leurs objectifs, avantages et inconvénients, ainsi qu’une approximation des coûts réalisée à partir d’une enquête menée auprès d’entrepreneurs gaspésiens. Les techniques présentées visent toutes à fermer le chemin de façon à créer une surface propice à la revégétalisation. Elles sont présentées en ordre croissant de coût.

***Ameublissement du sol sans réaménagement de la pente naturelle***

Cette méthode consiste à décompacter la surface du sol à l’aide d’une dent défonceuse (Figure 2). La profondeur recommandée par le Guide de fermeture de chemins du domaine de l’État est d’au moins 40 cm (16 po) (MRNF, 2007) Cette méthode permet d’obtenir une surface propice à la reprise de la végétation et de réduire les risques d’érosion grâce à une meilleure pénétration de l’eau dans le sol.

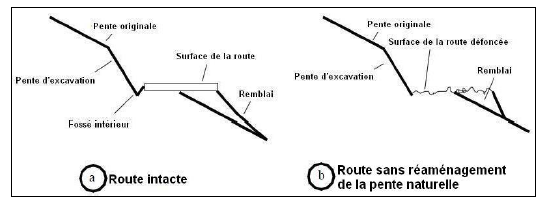


Figure 2. Tirée de Gauthier et Varady-Szabo, 2014. Schéma présentant un démantèlement de chemin par la méthode sans réaménagement de la pente naturelle.

***Ameublissement du sol avec réaménagement partiel de la pente naturelle***

Cette méthode consiste à décompacter la surface du sol avec une dent défonceuse, puis à déplacer le matériel du remblai vers le déblai. Le matériel organique recouvrant le remblai peut être étendu sur la surface de l’ancien chemin s’il est disponible. Cette méthode permet d’obtenir une surface propice à la reprise de la végétation, de limiter les risques de glissement de terrain et de restaurer partiellement l’hydrologie de surface et de subsurface. Des canalisations devraient être aménagées afin de détourner régulièrement l’eau de la surface du sol.

***Ameublissement du sol avec réaménagement complet de la pente naturelle***

Cette méthode consiste à décompacter la surface du sol avec une dent défonceuse, puis à ramener le matériel du remblai vers le déblai. La pente originale est ensuite recrée et l’ancienne surface de roulement est entièrement recouverte. Le matériel organique recouvrant le remblai peut être étendu sur la surface de l’ancien chemin s’il est disponible. Des canalisations devraient être aménagées afin de détourner régulièrement l’eau de la surface du sol ameublie. Cette méthode permet d’obtenir une surface propice à la reprise de la végétation, de mitiger les risques de glissement de terrain et permet de restaurer complètement l’hydrologie de surface et de subsurface. Il s’agit de la méthode la plus efficace pour contrer l’érosion.

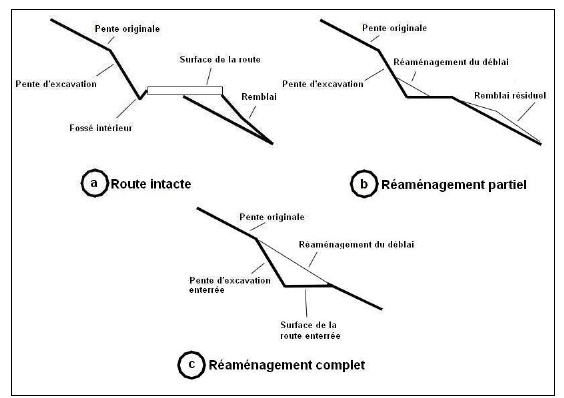


Figure 3. Tirée de Gauthier et Varady-Szabo, 2014. Schéma présentant un démantèlement de chemin par la méthode avec réaménagement partiel (b) et complet (c) de la pente naturelle.

#### Remise en production

Lorsqu’un chemin cesse d’être emprunté, la végétation recommence à y croître. Toutefois, la vitesse à laquelle le couvert forestier pourra se refermer peut varier selon les conditions du site. Il peut s’avérer pertinent d’effectuer des interventions qui favoriseront le retour de la forêt d’intérieur. Dans certaines conditions, l’ameublissement du sol à une profondeur minimale d’environ 40 cm pourrait être suffisant pour initier le retour du couvert forestier. Toutefois, dans d’autres secteurs où le substrat est peu propice à l’installation de la végétation, ou si l’on souhaite obtenir un couvert forestier d’une composition particulière, ou encore si on souhaite s’assurer d’une fermeture rapide du couvert forestier, il peut s’avérer pertinent, voir incontournable, de procéder à des interventions visant à stimuler le retour de la végétation.

***Reboisement***

Certains sites particulièrement riches, situés à proximité de semenciers peuvent s’avérer propices à une revégétalisation naturelle une fois le sol ameubli. Toutefois, dans les conditions qui prévalent en Gaspésie, il est probable que le retour de la forêt fermée dans un délai acceptable nécessite d’effectuer un reboisement (Gauthier et Varady-Szabo, 2014). La densité des plants et le type d’essence peuvent varier en fonction des objectifs.

La réalisation des travaux de reboisement de chemins fermés pose des défis logistiques. En effet, les recommandations de la CNESST prévoient que pour atteindre leur lieu de travail, les travailleurs sylvicoles ne devraient pas avoir à marcher plus de 30 minutes à partir de la limite où peut se rendre un véhicule de premiers soins (CNESST, 2016). Le terrain forestier étant accidenté et comportant des débris ligneux, il peut être difficile d’évaluer le temps de marche. De plus, le temps de marche peut varier selon les conditions météorologiques d’un site et la charge transportée. La sécurité des travailleurs implique de prendre en considération ces éléments lors de la planification des travaux de remise en production.

***Apport de matière organique***

La nécessité d’ajouter de la matière organique au substrat dépend du type de sol et des conditions du site. L’ajout de matière organique peut s’avérer nécessaire pour la remise en production rapide des sites où le sol végétal est mince. La présence de matière organique favorise le maintien de l’humidité, ce qui permet de favoriser un bon taux de succès du reboisement. Dans certains cas, le sol de surface retiré lors de la construction du chemin peut avoir été stocké à proximité et peut être utilisé. Toutefois, après plusieurs années, le sol de surface est lessivé et peut ne plus contenir une quantité suffisante de matière organique. Différents types de matières peuvent alors être utilisées pour amender le sol, comme la paille, les copeaux de bois ou les résidus de coupe. La mycorestauration – soit l’ajout d’un paillis de copeaux inoculé de champignons michoriziens qui permettent une décomposition accélérée des copeaux – peut également être envisagée. Ce dernier procédé est toutefois peu documenté (Gauthier et Varady-Szabo, 2014).

### Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution

Ces actions sont présentées dans le but de mieux ancrer cette solution dans la réalité et de favoriser sa mise en œuvre. Une réflexion plus approfondie devrait être faite afin de déterminer les étapes de réalisation.

Les actions ne sont pas nécessairement présentées en ordre chronologique.

1. Identifier les tronçons susceptibles d’être fermés et remis en production.

* De concert avec les BGA, les entreprises sylvicoles et les gestionnaires de territoires fauniques structurés, déterminer les critères permettant de sélectionner les chemins pouvant faire l’objet d’une fermeture.
* Prioriser les tronçons en fonction du bénéfice anticipé le plus important au vue de la réduction de la fragmentation du couvert forestier et en fonction des opportunités (ex. : présence de machinerie dans un secteur).

B) Réaliser des bancs d’essai permettant de tester les modalités de fermeture et de remise en production, et de documenter les coûts qui leur sont associés dans différents types de situation prévalant en Gaspésie.

* Mettre à profit les connaissances acquises à travers les bancs d’essai de fermeture de chemin et de remise en production réalisés en Gaspésie en 2017 et ailleurs dans la province (entre autres sur la Côte-Nord).
* Mettre à l’essai différentes modalités de démantèlement de la mise en forme.
* Mettre à l’essai les interventions à effectuer pour favoriser la remise en production sous différentes conditions.
* Mettre à l’essai le reboisement de différentes espèces et densités de plants.
* Mettre à l’essai différentes approches permettant d’optimiser l’arrimage des travaux de démantèlement du chemin et les opérations de reboisement.

1. Identifier les avenues de financement

* Avec les intervenants du MFFP et les entreprises sylvicoles, travailler sur la possibilité de financer une partie des travaux de préparation de terrain et de remise en production à travers le budget des travaux sylvicoles.
* De concert avec le MFFP et l’Équipe de rétablissement du caribou de la Gaspésie, travailler à l’élaboration d’un projet de fermeture de chemins contribuant à la réhabilitation de l’habitat du caribou.

1. Effectuer une consultation adéquate avant d’opérer une fermeture

* La consultation pour des travaux de fermeture de chemin est déjà prévue lors des consultations des TGIRT et du public en vue de l’élaboration des PAFIO..

## Solution 2 : Retrait ou remplacement de traverses de cours d’eau causant un apport de sédiments ou une fragmentation de l’habitat aquatique

**Enjeu :** Qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs visés :** Diminuer l’apport de sédiments dans les cours d’eau, assurer la libre circulation du poisson et réduire la fragmentation de l’habitat aquatique

**Traverses de cours d’eau ciblées :**

***Retrait :***

* Toutes les traverses situées sur des chemins faisant l’objet d’une fermeture (tel que ciblés dans la solution 1)
* Traverse problématique enjambant un habitat potentiel du saumon atlantique (cours d’eau et tributaire d’un cours d’eau où le saumon se reproduit), et située sur un chemin pouvant faire l’objet d’une fermeture (ne donnant pas accès à un droit reconnu et non requis pour les travaux d’aménagement sylvicole)

***Remplacement :***

* Traverse problématique enjambant un habitat potentiel du saumon atlantique (cours d’eau et tributaire d’un cours d’eau où le saumon se reproduit) et située sur un chemin qui doit être maintenu.

### Description de la solution

Selon la situation, la traverse de cours d’eau problématique pourrait être remplacée ou retirée. La nécessité de maintenir l’accès ou non déterminera l’intervention à préconiser.

Le remplacement des traverses de cours d’eau est effectué régulièrement par les BGA. Toutefois, le retrait complet des traverses de cours d’eau sans qu’elles soient remplacées est moins courant.

Le rapport du Consortium en foresterie intitulé « Mesures d’atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie » (Varady-Szabo et Gauthier, 2014) et le Guide sur les techniques de fermeture de chemins du domaine de l’État (MRNF, 2007) contiennent des informations pertinentes sur les modalités et les techniques de retrait de traverse et de stabilisation des berges. Le RADF décrit également les mesures qui doivent être respectées dans le cas du retrait d’une traverse de cours d’eau.

Un banc d’essai instauré par le comité sur la voirie forestière en 2017 avec la collaboration de Produits forestiers Temrex a permis de tester les techniques de démantèlement d’une traverse de cours d’eau et de stabilisation des berges (secteur de Saint-Louis). Bien que ce type de travaux ait déjà été effectué par les BGA en Gaspésie, une documentation spécifique des coûts et des modalités (type de machinerie, technique de démantèlement et de stabilisation des berges, durée des opérations) associés aux différentes étapes de ces travaux n’avait pas été effectuée dans un contexte gaspésien.

#### Retrait des traverses

Le retrait des traverses de cours d’eau sur un chemin faisant l’objet d’une fermeture est rendu obligatoire par le RADF. Les traverses de cours d’eau situées sur des chemins qui feront l’objet d’une fermeture (solution précédente) devront être retirées.

De plus, certaines traverses problématiques qui fragmentent l’habitat aquatique (p. ex. du saumon atlantique) ou qui génèrent un apport de sédiments pourraient être retirées si le chemin sur lequel elles se trouvent n’est pas essentiel au maintien de l’accès.

Le retrait d’une traverse de cours d’eau doit être fait de façon à limiter l’impact sur l’habitat aquatique et le RADF décrit les obligations à respecter. Notamment, les éléments suivants doivent être considérés lors de la planification et la réalisation des travaux:

* Réhabilitation de la largeur, de la pente, de la granulométrie et du tracé naturel du cours d’eau en se basant sur les caractéristiques du cours d’eau en aval et en amont;
* Stabilisation des berges (inclinaison des berges adéquate, enrochement, toile géotextile, ensemencement);
* Reboisement des approches sur une distance appropriée au type de cours d’eau (sur au moins X m);
* Habitat du poisson : respect des périodes autorisées pour effectuer les travaux.

#### Remplacement des traverses

Des traverses de cours d’eau sont remplacées chaque année, notamment par les BGA qui les utilisent dans le cadre de leurs opérations. En effet, les traverses de cours d’eau problématiques qui ne rencontrent pas les normes du RADF doivent être mises à niveau par les utilisateurs qui les emploient.

La solution proposée ne se limite toutefois pas à ces remplacements obligatoires. En effet, il s’agit également de remplacer des traverses de cours d’eau nuisant à la qualité de l’habitat aquatique sur des chemins fréquentés en dehors de la récolte.

En fin, lorsqu’une traverse est remplacée sur un chemin que l’on souhaite durable, elle devait l’être de manière à assurer la plus longue durée de vie en choisissant adéquatement le type de traverse, son dimensionnement et le type de matériaux.

### Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution

Ces actions sont présentées dans le but de mieux ancrer cette solution dans la réalité et de favoriser sa mise en œuvre. Une réflexion plus approfondie devrait être faite afin de déterminer les étapes de réalisation.

Les actions ne sont pas nécessairement présentées en ordre chronologique.

1. Documenter l’état des traverses de cours d’eau problématiques

* De concert avec les intervenants qui parcourent le territoire forestier (MFFP, BGA, entreprises sylvicoles, gestionnaires de territoires fauniques structurés, quadistes, etc.), identifier les caractéristiques de l’état des traverses à documenter afin d’éviter les dédoublements et de favoriser les convergences;
* Se doter d’un outil de collecte de données sur l’état des infrastructures commun à l’ensemble des intervenants et répondant également à leurs besoins organisationnels;
* Former les intervenants à l’identification et à la caractérisation des éléments à documenter et à l’utilisation de l’outil;
* Rassembler les informations dans une même base de données et les rendre disponibles en temps réel.

1. Déterminer les priorités d’intervention

* Se doter de critères pour déterminer l’urgence d’agir;
* Effectuer la priorisation;
* Évaluer les coûts de retrait des différentes infrastructures.

1. Identifier les avenues de financement

* Au niveau régional
* Au niveau du MFFP
* Au niveau des organismes de protection de la faune et de soutien de la pêche sportive (fondation de la faune, fondation pour le saumon atlantique, FQSA, etc.)

1. Effectuer une consultation adéquate avant d’effectuer le retrait d’une traverse de cours d’eau

* La consultation pour des travaux de fermeture de chemin est déjà prévue lors des consultations des TGIRT et du public lors de l’élaboration des PAFIO.

## Solution 3 : Chemins temporaires : construction, démantèlement et remise en production

**Enjeux** : Fragmentation du couvert forestier et qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs**: Augmenter la superficie de forêt d’intérieur, réduire les perturbations de l’habitat du caribou, réduire la perte de superficie productive, limiter les apports en sédiments réduire la présence de traverses de cours d’eau permanentes vulnérables à la désuétude.

**Tronçons de chemins ciblés :**

Les tronçons de chemins ciblés se situent sur des chemins à construire (futurs chemins)

* Chemin sans issu (sans embranchement secondaire)
* Chemin non essentiel à la réalisation des traitements sylvicoles
* Chemin situé dans un COS essentiel pour la conservation du caribou
* Chemin situé dans l’aire de fréquentation du caribou
* Chemin traversant ou situé près de la limite d’un territoire faunique structuré
* Chemin situé près d’une aire protégée
* Chemin situé dans un COS où le maintien de blocs compacts est problématique
* Chemin situé dans un COS pouvant être récolté en un seul passage

**Chemins exclus :**

* Chemins requis pour des travaux d’aménagement forestier dans un horizon de moins de 30 ans (dont, par conséquent, les AIPL)
* Chemin requis dans le cadre d’un projet d’un territoire faunique structuré

### Description de la solution :

Certains tronçons de chemin qui sont construits ne sont essentiels que pour une courte période, soit lors de la récolte et des travaux sylvicoles. Il est donc possible de prévoir leur fermeture dès le moment où ils sont construits.

Prévoir au moment de sa construction qu’un chemin sera refermé permet de planifier les travaux de manière à favoriser la remise en production du chemin. En effet, il est possible de réduire au minimum l’emprise du chemin et de disposer du sol de surface de façon à ce qu’il soit facilement accessible lors du démantèlement. Enfin, puisque le chemin n’est utilisé que sur une courte période, la surface de roulement est moins durcie et donc plus aisée à ameublir.

Ainsi, certaines économies peuvent être réalisées au moment de la construction. Les coûts de démantèlement et de remise en production des chemins temporaires pourraient donc être absorbés, au moins en partie, par les économies réalisées lors de leur construction.

De plus, à la différence de la fermeture d’un chemin présent de longue date sur le territoire, le démantèlement d’un chemin temporaire a peu de risque de susciter la résistance d’utilisateurs du territoire.

Lorsqu’une traverse de cours d’eau doit être installée, les traverses amovibles devraient être favorisées. En effet, elles perturbent moins les berges et le lit du cours d’eau (voir la solution suivante).

Deux bancs d’essai réalisés en Gaspésie (secteur du Ruisseau-Isabelle et secteur du Rocky) ont permis de tester certaines modalités de construction et de démantèlement de chemins temporaires.

#### Éléments à considérer lors de la construction et du démantèlement d’un chemin temporaire

Lors de la construction :

* Minimiser la largeur de l’emprise, en fonction des opérations à réaliser;
* Minimiser la largeur de la surface de roulement, en fonction des opérations à réaliser;
* Minimiser la profondeur d’excavation du chemin afin que le matériel en bordure soit, autant que possible, du sol végétal;
* Limiter l'installation de tuyaux de drainage tout en s'assurant que la surface de roulement n'entraînera pas de transport de sédiments vers les cours d'eau pendant la construction et l’utilisation de la route, et jusqu’à sa désactivation.
* Limiter le régalage des bords du chemin.
* Stocker le matériel excavé de manière à ce qu’il soit facilement accessible.
* Stocker le sol végétal et les débris de coupe de manière à pouvoir les étendre facilement sur la surface du chemin.
* S’assurer que l’eau de ruissellement soit détournée aux abords des traverses de cours d’eau.

Lors du démantèlement :

- Ameublir le sol compacté par le passage de la machinerie

- Remettre le matériel de remplissage excavé sur les portions de route excavées (replacer le matériel de remblai au niveau du déblai).

- Rétablir le drainage de surface naturel en rétablissant la pente naturelle

- Remettre des débris ligneux sur le sol minéral exposé

Les éléments qui ont trait à l’installation et au retrait des traverses temporaires qui pourraient être installés sont traités dans la solution suivante.

#### Coordination avec les travaux sylvicoles

La coordination avec les travaux sylvicoles est importante, en amont des travaux de démantèlement. Tel que mentionné au point 6.5.1, les recommandations de la CNESST indiquent que les travailleurs forestiers doivent se trouver en tout temps à moins de 30 minutes de marche d’un véhicule d’urgence.

Dans ce contexte, ces options peuvent être envisagées pour coordonner les travaux de démantèlement et les travaux de préparation de terrain :

* Les travaux de démantèlement (et de préparation du parterre de coupe au besoin) sont réalisés immédiatement après la coupe par l’industriel et le reboisement s’opère au fur et à mesure du démantèlement
* Les travaux de démantèlement (et de préparation du parterre de coupe au besoin) sont réalisés immédiatement après la coupe par l’industriel et prévoient de laisser un corridor ameubli mais permettant le passage en VTT ou en camionnette 4x4 pour un reboisement ultérieur
* Les travaux de démantèlement, de préparation du parterre de coupe et de reboisement sont réalisés par les entreprises sylvicoles

Le temps de marche des travailleurs, s’il est important, devrait se refléter dans le prix payé pour le reboisement (prix par plant ou taux horaire).

#### Chemins temporaires et caribou

Tel que mentionné dans la section 5.3, les chemins constituent des perturbations de l’habitat du caribou qui modifient son comportement et engendrent des modifications de sa démographie. Les éléments présentés dans les paragraphes suivants sont également à considérer dans l’optique du rétablissement de la harde de la Gaspésie, et peuvent être plus ou moins compatibles avec la construction de chemins temporaires.

Premièrement, la composition du couvert végétal est un élément clé. En effet, le caribou privilégie les peuplements matures de résineux. Pour atteindre cette composition, des travaux de reboisement ou d’éducation doivent souvent être effectués. De plus, sans travaux d’éducation, les risques d’enfeuillement sont plus grands, créant ainsi des peuplements favorables aux proies alternatives (par exemples les orignaux) qui attirent les prédateurs du caribou. Cette situation impose donc de choisir, dans certains cas, entre une fermeture rapide d’un chemin et le maintien d’un accès pour la réalisation des traitements sylvicoles.

En second lieu, le contrôle des prédateurs implique de maintenir des accès pour permettre les activités de trappage.

Le prochain Plan de rétablissement du caribou de la Gaspésie, qui sera déposé en 2018, se penchera sur cette question.

### Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution :

Ces actions sont présentées dans le but de mieux ancrer cette solution dans la réalité et de favoriser sa mise en œuvre. Une réflexion plus approfondie devrait être faite afin de déterminer les étapes de réalisation.

Les actions ne sont pas nécessairement présentées en ordre chronologique.

1. Identifier les tronçons susceptibles de faire l’objet d’une construction temporaire

* De concert avec le MFFP, les BGA, les entreprises sylvicoles et les gestionnaires de territoires fauniques structurés, élaborer une grille décisionnelle permettant d’identifier les chemins pouvant être temporaires (présentement en cours de réalisation)
* Se baser sur les recommandations du Groupe de mise en œuvre du plan d’aménagement forestier de l’aire de fréquentation du caribou de la Gaspésie pour identifier les chemins où la réalisation d’un chemin rapidement refermé est préférable à la réalisation de traitements sylvicoles visant à rétablir un peuplement de composition favorable au caribou.

1. Réaliser des bancs d’essai permettant de tester les modalités de construction, de démantèlement et de remise en production, et de documenter les coûts associés à chaque étape, et dans différents types de situation

* Mettre à profit les connaissances acquises à travers les bancs d’essai sur les chemins temporaires réalisés en Gaspésie et ailleurs dans la province, notamment sur la Côte-Nord.
* Mettre à l’essai différentes modalités de construction et de démantèlement de chemins temporaires
* Mettre à l’essai différentes approches permettant d’optimiser l’arrimage des travaux de démantèlement et des travaux de récolte.

1. Identifier un modèle de financement

* Documenter les économies réalisées lors de la construction d’un chemin temporaire par rapport à un chemin permanent dans différentes conditions
* Avec les intervenants du MFFP et les entreprises sylvicoles, travailler sur la possibilité de financer une partie des travaux d’ameublissement et de remise en production à travers le budget des travaux sylvicoles.

1. Effectuer une consultation adéquate avant d’opérer une construction temporaire

* La consultation pour des travaux de construction et de fermeture de chemin est déjà prévue lors des consultations des TGIRT et du public au cours de l’élaboration des PAFIO. Il faudra vérifier si l’étiquette « chemin temporaire » est présente dans les PAFIO.

## Solution 4 : Utilisation de traverses de cours d’eau amovibles

**Enjeux** : Qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs**: Diminuer l’apport de sédiments dans les cours d’eau, réduire les risques d’entraver à la libre circulation du poisson et réduire la fragmentation de l’habitat aquatique.

**Traverses de cours d’eau ciblées :**

* Toutes les traverses de cours d’eau situées sur des chemins temporaires
* Traverse de cours d’eau localisée sur un site où les conditions font en sorte qu’une traverse de cours d’eau conventionnelle aurait une durée de vie limitée ou présenterait des problématiques récurrentes (substrat instable, abondance de castors, etc.), autant pour une nouvelle traverse que pour remplacer une infrastructure problématique existante.

### Description de la solution

L’installation de ponceaux engendre des apports considérables de sédiments lors des travaux d’excavation et de remplissage nécessaires à leur mise en place. De plus, les ponceaux peuvent être obstrués ou encore emportés lors d’épisodes de crues, ce qui entraîne un apport de sédiments supplémentaires. Enfin, leur démantèlement engendre une nouvelle perturbation du lit et des berges du cours d’eau, de même qu’un nouvel apport de sédiments (Taylor *et al*. 1999).

Un pont amovible ou temporaire est une structure portative qui enjambe complètement un cours d’eau sans modifier son lit et reste en place pour une période de temps limitée. La structure ne doit pas être en contact avec la surface de l’eau. Les ponts amovibles engendrent une altération des berges du cours d’eau moins importante que les ponceaux ou les tuyaux enrobés de troncs (Province of Nova Scotia, 2015). Plusieurs études ont également montré qu’une installation adéquate de ponts amovibles ou portatifs pouvait réduire de manière significative l’apport de sédiments dans les cours d’eau par rapport à d’autres types de traverses (Taylor *et al*., 1999).

Les traverses de cours d’eau amovibles sont employées depuis longtemps aux États-Unis et de nombreux documents gouvernementaux présentes des exemples de structures utilisées et comparent leurs impacts sur la qualité de l’habitat aquatique (Blinn *et al*.,1998; Wisconsin Department of natural resources, 2007; Wallace *et al*., 2011). La revue effectuée par Toupin (2005) fait état d’une grande variété de traverses de cours d’eau amovibles. Bien que ce document s’adresse aux propriétaires de lots privées, certaines traverses amovibles qui y sont présentées répondent aux normes de la forêt publique.

J. D. Irving Limited utilise des traverses amovibles depuis plusieurs années au Nouveau-Brunswick et prévoit augmenter encore sa flotte de traverses amovibles (John Gilbert, biologiste chez J. D. Irving Limited, comm. pers.).

Le RNI permettait l’installation de traverses de cours d’eau amovibles sur les sentiers de débardage et sur les chemins d’hiver. Le RADF permet maintenant l’installation de traverses de cours d’eau amovibles sur un chemin que l’on prévoit refermer trois ans après sa construction. Les traverses amovibles dont les appuis sont situés à l’extérieur de la limite supérieure des berges doivent être retirées au plus tard trois ans après leur installation. Ce changement a initié un intérêt croissant pour ce genre de structures au Québec. D’ailleurs, l’entreprise Chantiers Chibougamau a développé des traverses de cours d’eau en lamellé-collé adaptées aux opérations forestières qui semblent prometteuses.

Un banc d’essai réalisé en Gaspésie (secteur du Ruisseau-Isabelle) a permis de tester certaines modalités d’installation et de retrait de traverses de cours d’eau amovibles.

La solution mise de l’avant par le comité ne se limite pas à l’utilisation de traverses amovibles sur les chemins temporaires. En effet, le comité souhaite que soit explorée l’utilisation de traverses amovibles sur des sites où les conditions font en sorte qu’il serait difficile d’installer une traverse de cours d’eau conventionnelle (substrat instable, abondance de castors, etc.), autant pour une nouvelle traverse que pour remplacer une infrastructure problématique existante. Ce type de démarche implique d’effectuer une demande de dérogation au RADF.

#### Éléments à considérer lors de l’installation et du retrait d’une traverse de cours d’eau amovible

Lors de l’installation :

* Positionnement des appuis en dehors de la limite supérieure des berges
* Un seul aller-retour de machinerie sur le lit du cours d’eau
* Protection des berges du cours d’eau (ex.: toile géotextile et radier)
* Absence de contact de la traverse avec l’eau
* Maintien de la libre circulation du cours du poisson
* Contrôle de l’apport de sédiments (ex. : Plaque de fermeture sur les tabliers du pont, muret vertical au niveau des culées)

Lors du retrait :

* Un seul aller-retour de machinerie sur le lit du cours d’eau
* Contrôle de l’apport de sédiments
* Stabilisation des berges et du lit du cours d’eau favorisant le retour du tapis végétal
* Prévoir le reboisement de l’emprise du chemin sur une distance de 250 m dans un délai de 2 ans.

### Actions à réaliser en vue de préparer la mise en œuvre de cette solution

Ces actions sont présentées dans le but de mieux ancrer cette solution dans la réalité et de favoriser sa mise en œuvre. Une réflexion plus approfondie devrait être faite afin de déterminer les étapes de réalisation.

Les actions ne sont pas nécessairement présentées en ordre chronologique.

1. Se doter d’une flotte de ponts temporaires amovibles, accessibles dans la région

* Avec les BGA et les entreprises sylvicoles, déterminer les longueurs et les capacités de charge correspondant à la majorité des situations rencontrées dans la région afin de favoriser l’interchangeabilité des structures.
* Avec les BGA et les entreprises sylvicoles, évaluer les différentes options d’acquisition, de location et de partage des traverses temporaires.
* Avec le MFFP, les BGA et les entreprises sylvicoles, déterminer s’il est possible d’envisager que les approches et les culées utilisées lors de la première installation d’une traverse temporaire soient utilisées pour une utilisation ultérieure, notamment pour la réalisation des travaux sylvicoles.

1. Réaliser des bancs d’essai permettant de tester les modalités d’installation et de retrait de traverses amovibles, et de documenter les coûts qui sont associés à chaque étape, dans différentes conditions.

* Mettre à profit les connaissances acquises à travers les bancs d’essai de fermeture de chemin et de remise en production réalisés en Gaspésie et ailleurs dans la province, notamment sur la Côte-Nord.
* Mettre à l’essai différentes modalités d’installation et de retrait de traverses temporaires.
* Mettre à l’essai différents types de culées afin de favoriser une utilisation successive par différents utilisateurs, entre autres pour la récolte et le traitement sylvicole.

1. Former les opérateurs à l’installation et au retrait de traverses de cours d’eau amovibles.

## Solution 5 : Optimisation de la planification des chemins

**Enjeux** : Fragmentation du couvert forestier et qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs**: Augmenter la superficie de forêt d’intérieur, réduire les perturbations de l’habitat du caribou, réduire la perte de superficie productive, réduire les risques d’apport en sédiment dans les cours d’eau, réduire les risques d’entraver à la libre circulation du poisson et réduire la fragmentation de l’habitat aquatique

**Chemins ciblés :**

* Tous les chemins à construire

### Description de la solution

L’optimisation consiste d’abord à faire en sorte que les chemins planifiés maintenant puissent répondre le plus possible aux besoins d’accès pour les futures coupes et interventions sylvicoles, dans un horizon d’au moins 15 à 20 ans. De plus, l’optimisation devrait inclure la prise en compte de la finalité des chemins planifiés, par exemple en déterminant la classe de chemin nécessaire pour effectuer les travaux et déterminer pendant combien de temps le maintien du chemin est nécessaire, en tenant compte de la réalisation des traitements sylvicoles prévus. Elle devrait également mettre l’emphase sur les éléments suivants :

* L’utilisation de chemins déjà présents sur le territoire
* La maximisation de la distance entre deux chemins
* La maximisation de la distance de débardage
* L’arrêt de la création de boucles de chemins dont l’intérieur est inférieur à 50 ha
* La réduction de la construction de nouvelles traverses de cours d’eau
* L’intégration de la notion de chemins temporaires
* La fermeture des tronçons contournés
* La minimisation du kilométrage de chemins par superficie du territoire
* La minimisation des traverses de cours d’eau
* La caractérisation des chemins requis (permanent ou temporaire)

En somme, l’optimisation de la planification devrait permettre de réduire le nombre de kilomètres de chemins à construire.

Le nouveau mode de répartition des coupes en compartiments d’organisation spatiale favorise d’ailleurs l’émergence d’une nouvelle approche de planification des chemins. Déjà, les BGA doivent porter une attention particulière lors de la planification des chemins afin de préserver la forêt d’intérieur actuelle et future. Des cibles sont d’ailleurs déjà fixées par le MFFP et pour arriver aux résultats attendus, une meilleure planification des chemins à long terme sera nécessaire.

Pour assurer une meilleure planification à long terme des chemins à construire, les BGA et le Ministère doivent travailler ensemble pour déployer un réseau routier rationnel. L’optimisation de la planification passe donc par un meilleur maillage de la planification des travaux de récolte, des traitements sylvicoles et de la voirie forestière. Un changement dans la responsabilité des intervenants en charge de la planification des travaux d’aménagement et de voirie forestière pourrait également être mis à l’essai.

### Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution

1. Effectuer un essai de planification optimisée sur une portion du territoire afin de déterminer comment cette optimisation pourrait se déployer sur l’ensemble du réseau

* Créer une équipe de travail formée de représentants des BGA, de planificateurs du MFFP et de représentants des travaux sylvicoles
* Déterminer les caractéristiques d’une planification optimisée
* Effectuer une planification optimisée en effectuant différents essais (ex. sous forme d’ateliers de travail collaboratif)
* Documenter le processus de planification : rôles et responsabilités des parties prenantes, informations à prendre en considérations (ex. cartographie des blocs compacts, travaux potentiels pour les 15 à 20 prochaines années, etc.), mécanismes à mettre en place pour faciliter la réalisation, etc.

1. Améliorer la connaissance de l’état des chemins faiblement fréquentés

* Mettre à jour la cartographie du réseau routier en priorisant les secteurs sensibles pour le caribou et les aires protégées.

1. Améliorer la connaissance du réseau hydrographique

* Rester à l’affut de l’acquisition des données LIDAR et des modalités d’utilisation de ces données qui commencent à être développées dans les régions qui ont déjà accès à ces données.

1. Déployer les modalités de la planification optimisée auprès des BGA et des planificateurs du MFFP

## Solution 6 : Optimisation de l’entretien des chemins et des traverses de cours d’eau

**Enjeux** : Qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs**: Diminuer l’apport de sédiments dans les cours d’eau, assurer la libre circulation du poisson et réduire la fragmentation de l’habitat aquatique.

**Infrastructures visées :**

* Chemins et traverses de cours d’eau utilisés sur une base régulière par des détenteurs de droits

### Description de la solution

Cette solution consiste à outiller les intervenants (BGA, entreprises sylvicoles, territoires fauniques structurés, clubs de VTT, clubs de motoneige, etc.) afin qu’ils soient en mesure d’améliorer leurs pratiques en matière d’entretien des chemins et des traverses de cours d’eau, notamment pour les opérations de nivelage et de désobstruction des ponceaux. La réalisation de travaux d’entretien de qualité vise à réduire l’apport de sédiments provenant de tronçons de chemin problématiques, notamment au niveau des traverses de cours d’eau, et à réduire le nombre d’infrastructures usées prématurément. Le nivelage au niveau des approches, la gestion des barrages de castor, le démantèlement d’embâcles de bois à l’entrée des ponceaux, le dégagement des sorties d’eau et le creusage des fossés sont des exemples de situation où une meilleure qualité des opérations peut engendrer des gains importants pour l’habitat aquatique.

Les BGA offrent des formations à leurs opérateurs sur la réalisation des travaux d’entretien. Leur formation se base sur le RADF et sur les Saines pratiques en voirie forestière et l’installation de ponceaux (MRN, 2001). Toutefois, ces formations ne garantissent pas un niveau de qualité égal parmi les opérateurs. De plus, les autres intervenants doivent également réaliser des travaux d’entretien sur des tronçons non entretenus par les BGA. Les opérateurs avec qui ils font affaire n’ont pas nécessairement eu accès à une formation adéquate. Un guide spécifiquement axé sur le nivelage des chemins et sur l’entretien des fossés et des traverses de cours d’eau, de même qu’une formation pratique sur le terrain pourraient permettre d’améliorer la qualité des travaux d’entretien effectués.

De plus, certains utilisateurs se questionnent sur les actions à réaliser lorsqu’une situation nécessite un entretien d’urgence. Il semble qu’une meilleure connaissance de leurs possibilités d’action et des ressources dont ils disposent leur permettrait de mieux réagir lorsqu’une situation met en péril une infrastructure et nécessite d’agir rapidement pour éviter une détérioration de la situation.

### Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution :

1. Concevoir un guide des saines pratiques axé spécifiquement sur le nivelage, l’entretien des structures de déviation de l’eau de ruissellement et sur l’entretien des traverses de cours d’eau.

* Rassembler les informations provenant du Guide des saines pratiques pour la voirie forestière et l’installation de ponceaux et des formations offertes par les BGA
* Confectionner un guide illustré et convivial
* Élaborer des outils visant la diffusion de l’information et la réalisation de formation

1. Élaboration d’une formation pratique pour les opérateurs

* Avec les BGA, les territoires structurés, club de VTT, etc., déterminer un contenu adéquat et un format adapté à la clientèle

1. Élaborer une grille permettant de déterminer les actions devant être mise en œuvre dans les situations d’urgence.

* Avec le MFFP, élaborer la grille et la mettre à disposition des intervenants.

## Solution 7 : Sensibilisation des utilisateurs aux enjeux de qualité du milieu aquatique et de fragmentation du couvert forestier

**Enjeux** : Qualité de l’habitat aquatique et fragmentation du couvert forestier

**Objectifs**: Favoriser la mise en œuvre des solutions qui vise à diminuer l’apport de sédiments dans les cours d’eau, assurer la libre circulation du poisson, à réduire la fragmentation de l’habitat aquatique à augmenter la superficie de forêt d’intérieur, réduire les perturbations de l’habitat du caribou et réduire la perte de superficie productive.

**Personnes ciblées**

* Travailleurs forestiers
* Membres des fédérations de chasse et de pêche, de motoneige et de quad
* Clients des territoires fauniques structurés
* Détenteurs de droits
* Utilisateurs autonomes

### Description de la solution

Plusieurs personnes qui fréquentent la forêt publique ont une connaissance faible ou partielle de l’impact qu’a la voirie forestière sur la qualité de l’eau et sur le maintien des habitats forestiers. Les chemins sont d’abord et avant tout considérés comme des accès au territoire. Leur construction est souvent perçue d’emblée comme une amélioration et leur détérioration est appréhendée sous l’angle d’une privation d’accès.

Une meilleure connaissance du rôle que peuvent jouer les chemins et les traverses de cours d’eau dans la détérioration des massifs de forêt d’intérieur et de l’habitat aquatique peut favoriser l’adoption des solutions proposées et permettre d’enclencher un changement de culture par rapport à l’utilisation des chemins forestiers. En effet, les solutions proposées par le comité de voirie forestière comportent des éléments qui touchent nos manières de travailler et d’utiliser le territoire. Ces éléments de changement peuvent être reçus avec réticences, notamment par les personnes extérieures à la démarche entreprise par les TGIRT.

Des activités de sensibilisation sur les enjeux qui découlent de notre réseau de chemins forestiers devraient être menées auprès de différents groupes d’usagers. De plus, les solutions qui portent sur la fermeture de chemins et le retrait de traverses problématiques devraient être bien communiquées afin d’éviter des problèmes découlant d’une mauvaise compréhension des objectifs et de la démarche mise en œuvre.

### Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution :

1. Déterminer les publics cibles

* Déterminer les groupes d’usagers qui devraient être rejoints
* Déterminer le meilleur canal de communication pour les atteindre

1. Développer des outils et des activités de sensibilisation adaptés

* Participer aux rencontres de ces organisations pour présenter la démarche
* Travailler de concert avec des représentant de chacun des groupes ciblés pour développer des outils adaptés et utiliser les voies de communication adéquates.

## Solution 8 : Expérimentations de traverses de cours d’eau alternatives

**Enjeux** : Qualité de l’habitat aquatique

**Objectifs**: Diminuer l’apport de sédiments dans les cours d’eau, assurer la libre circulation du poisson et réduire la fragmentation de l’habitat aquatique.

**Traverses de cours d’eau ciblées :**

* Traverse de cours d’eau située sur des chemins à faible fréquentation
* Traverse de cours d’eau située enjambant des cours d’eau stratégiques pour l’habitat du saumon atlantique
* Traverse de cours d’eau localisée là où les conditions du site font en sorte qu’une traverse de cours d’eau conventionnelle aurait une durée de vie limitée ou présenterait des problématiques récurrentes (substrat instable, abondance de castors, etc.), autant sur un nouveau chemin que pour remplacer une infrastructure existante.

### Description de la solution

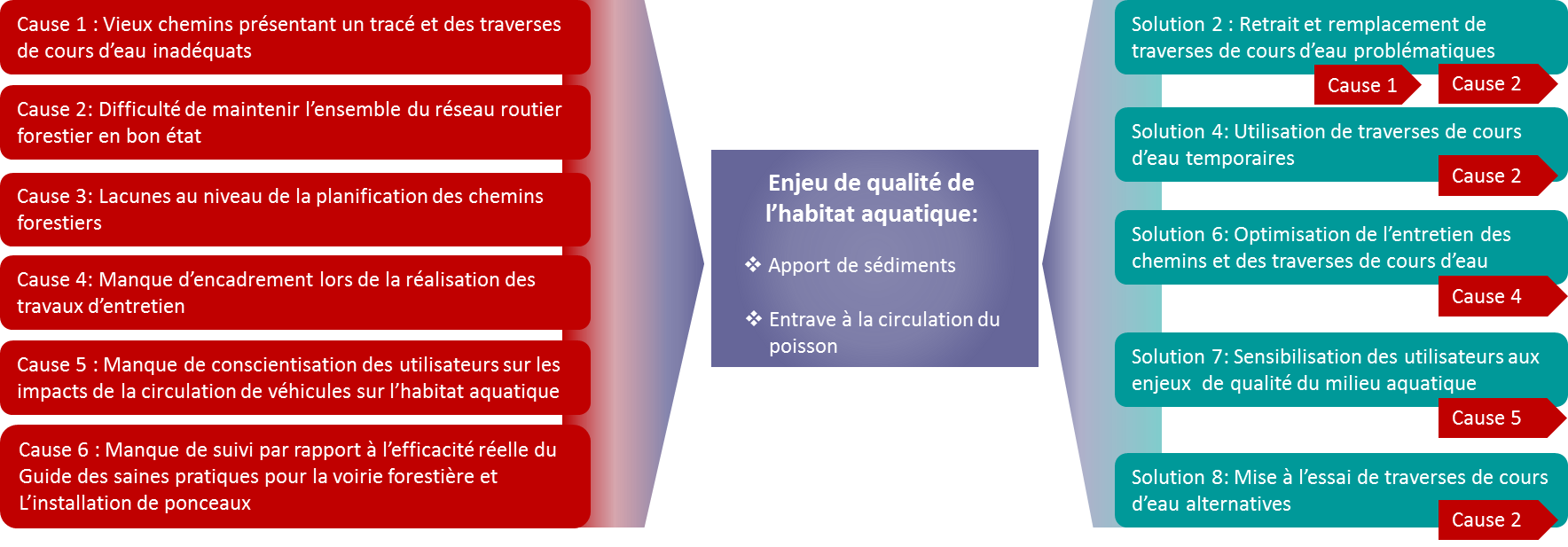
D’autres types de traverses de cours d’eau que celles actuellement proposées dans le RADF pourraient éventuellement être utilisées. Notamment, les traverses à gué aménagées semblent une avenue porteuse dans certains contextes. Elles sont d’ailleurs utilisées aux États-Unis sur les routes à faible fréquentation où les cours d’eau présentent des variations de débit importantes et où le transport de bois et de sédiments de grande dimension est élevé. Des outils pour assurer une application adéquate des traverses à gué sont d’ailleurs disponibles (Clarkin et *al*., 2006). Les travaux de recherche de Sylvain Jutras, hydrologue forestier et professeur à l’Université Laval, sur les traverses à gué aménagées semblent prometteur. Par exemple, certaines traverses de cours d’eau sur des chemins faiblement fréquentés pourraient combiner une traverse amovible lors des travaux de récolte et une traverse à gué aménagée une fois la traverse amovible retirée. Ce type d’installation permettrait de réduire au maximum les travaux d’entretien des traverses de cours d’eau tout en minimisant les impacts sur l’habitat aquatique.

De plus, des traverses conçues pour faciliter davantage le passage du poisson pourraient être développées, notamment pour les traverses installées en pente. Normand Bergeron, professeur à l’INRS spécialiste en géomorphologie et habitat fluvial, privilégie des traverses alternatives, simples et efficaces, qui pourraient améliorer la circulation du poisson dans des endroits clés.

### Actions à réaliser pour mettre en œuvre la solution

1. Identifier des sources de financement et des partenariats pour effectuer des travaux de recherche et des bancs d’essai

# Schémas de la démarche enjeux-solutions





# Conclusion

Ce plan de gestion est le fruit du travail du comité sur la voirie forestière, qui s’est rencontré à 12 reprises de la fin 2016 au début 2018. On y trouve d’abord un portrait des impacts sur la qualité de l’habitat aquatique et la fragmentation du couvert forestier qu’engendre la voirie forestière. Les causes qui font en sorte que ces problématiques surviennent ont ensuite été évoquées pour chacun des enjeux. Ces causes ont été identifiées par les membres du comité, qui de par leur expertises diverses et complémentaires ont permis d’effectuer un tour d’horizon de la situation qui prévaut en Gaspésie. Bien que plusieurs études citées n’aient pas été réalisées spécifiquement en Gaspésie, elles contribuent également à mieux comprendre lasituation régionale. Ce travail de documentation demeure néanmoins sommaire et pourra être bonifié par l’apport de nouveaux éléments d’information.

Ce tour d’horizon des enjeux et de leurs causes constitue un outil de référence et d’aide à la compréhension des solutions qui sont mises de l’avant dans la seconde partie. Les solutions proposées proviennent également des réflexions des membres du comité. Elles se veulent applicables et axées sur la mise en œuvre.

Certaines des solutions proposées ont déjà été évoquées par le passé. Leur mise en œuvre nécessite des changements de pratique ou de culture importants, notamment lorsqu’il est question de fermeture de chemin ou de constructions temporaires. Le mandat de l’actuel comité de voirie forestière se distingue des démarches antérieures en mettant au centre de ses préoccupations la résolution de problématiques liées à la qualité de l’habitat aquatique et à la fragmentation du couvert forestier.

# Bibliographie

Al-Chokhachy, R., Black, T.A., Thomas, C., Luce, C.H., Rieman, B., Cissel, R., Carlson, A., Hendrickson, S., Archer, E.K., Kershner, J.L., 2016. Linkages between unpaved forest roads and streambed sediment : why context matters in directing road restoration 24, 589‑598. Doi:10.1111/rec.12365

Anderson, P., Taylor, B. et Blach, G. 1996. Quantifying the effects of sediment release on fish and their habitats. Canadian Manuscript report of fisheries and aquatic sciences. 2346. 110 p..

Bergeron, N et Gagnon-Poiré, R. 2016. Fragmentation de l’habitat du saumon atlantique (S*almo salar*) juvénile par les ponceaux routiers et forestiers. INRS-Eau-Terre-Environnement. 24 p.

Bérubé, P., Dubé, M., Robitaille, J., Grégoire, Y. et Delisle, S. 2010. L’effet à long terme des chemins forestiers sur la sédimentation. Note technique. Direction de l’environnement et de la protection des forêts. 4 p.

Bilby, R. E., Sullivan, K. et Duncan, S. H. 1989. The generation and fate of road-surface sediment in forest watershed in Southwestern Washington. Forest Science. 35 (2). 453-469-8.

Blinn, C.R., Dahlman, R., Hislop, L. et Thompson, M.A. 1998. Temporary stream and wetland crossing options for forest management. United States Department of Agriculture, Forest service. North central research station. General technical report NC-202. 139 p.

Clarkin, K., Keller, G., Warhol, T., Hixson, S. 2006. Low-Water Crossings: geomorphic, biological, and engineering design considerations. US Department of agriculture, forest service. National technology and development program. 145 p. + annexes

Commission des normes, de l’équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST). 2016. http://www.csst.qc.ca/prevention/secteur/foresterie/Pages/organisation\_premiers\_secours\_milieu\_forestier.aspx

Conseil de l’eau Gaspésie Sud, 2014. Plan directeur de l’eau, Diagnostic de l’Eau - Document préliminaire. 75 p.

Conseil de l’eau du Nord de la Gaspésie. 2016. Diagnostic. Plan directeur de l’eau. <http://www.conseileaunordgaspesie.ca/pde> . 224 p. + Annexes.

Delisle, S., M. Dubé et Lachance, S. 2004. L’impact de ponceaux aménagés conformément au RNI et aux saines pratiques de voirie forestière sur les frayères à omble de fontaine, Québec, ministère des Ressources naturelles, de la faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Direction de la recherche sur la faune, 20 p.

Dubé, M., S. Delisle, S. Lachance et Dostie, R. 2006. L’impact de ponceaux aménagés en milieu forestier sur l’habitat de l’omble de fontaine, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l’environnement forestier et Direction de l’aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 62 p.

Deschênes, J., Rodríguez, M.A., Bérubé, P., 2007. Context-dependent responses of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) to forestry activities at multiple spatial scales within a river basin 1079, 1069‑1079. Doi:10.1139/F07-077

Gauthier L. et Varady-Szabo H. 2014. Mesures d’atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie. Gaspé, Québec : Consortium en foresterie Gaspésie–Les-Îles. Rapport de recherche. 86 p.

Grenon, F., Côté, S. et Patry, C. 2010. Élaboration d’une démarche de mise en œuvre de l’aménagement écosystémique des forêts du Québec. Centre d’enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2010-o8. 344 p. + 2 annexes

Goerig, E. Castro-Santos, T. et Bergeron, N.É. 2016. Brook trout passage performance throughculverts. Canadian Journal of Fisheries et Aquatic Sciences. 73. 94-104.

Hatin, M. et Charrette, Y. 2014. Rôle et importance des petits cours d’eau pour les alevins d’omble de fontaine dans les Hautes-Laurentides. <http://www.cobali.org/wp-content/uploads/2016/11/Rapport-RZHL-Omble-de-fontaine-et-petits-cours-deau.pdf>

Industries Atlantic Ltée, 2010. Système de tuyaux, Tuyau de tôle ondulée (TTO). [Http://www.ail.ca/fr/home/products/pipesystems/corrugated-steel-pipe.aspx](http://www.ail.ca/fr/home/products/pipesystems/corrugated-steel-pipe.aspx)

Kemp, P., Sear, D., Collins, A. Naden, P., Jones, I. 2011. The impacts of fine sediment on riverine fish. Hydrological Process. 25. 1800-1821. DOI: 10.1002/hyp.7940

Lester H. G. (s.d.) The Complete Corrugated Polyethylene Pipe Design Manual and Installation Guide, Plastic Pipe Institute. Irving, Texas.

Lloyd, R. A., Lohse, K.A. et Ferré, TPA. Influence of road reclamation techniques on forest ecosystem recovery. Frontiers in Ecology and the Environment. 11 (2). 75-81.

Luce, C.H. et Black, T. 1999. Sediment production from forest roads in western Oregon. Water Resources Research. 35 (8). 2561-2570.

Luce, C. H.; Rieman, B. E.; Dunham, J.B.; Clayton, J. L.; King, J. G.; Black, T. A. 2001. Incorporating aquatic ecology into decisions on prioritization of road decommissioning. Water resources impact. 3(3). 8-14

Mailhot, A, Panthou, G. et Talbot, G. 2014. Recommandations sur les majorations à considérer pour les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) aux horizons 2040-2070 et 2070-2100 pour l’ensemble du Québec, Phase II. INRS-Eau, Terre et Environnement. Réalisé pour le Ministère des Transports du Québec. Rapport de recherche R1515. 28 p.

McCaffery, M. Switalski, T. A. et Eby, L. 2007. Effects of road decommisionning on stream habitat characteristics in the South fork Flathead river. Transactions of american fisheries society, 136 (3). 553-561.

Ministère de l’Environnement et de la Faune. 1997. Guide sur la prévention des dommages et le contrôle des animaux déprédateurs, 4e édition. Direction de la faune et des habitats, Service de la faune terrestre. 282 p. + annexes.

Ministère des Ressources naturelles. 1998. Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec. Gouvernement du Québec. 54 p.

Ministère des Ressources naturelles. 2001. Saines pratiques - Voirie forestière et installation de ponceaux. Direction régionale de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, Gouvernement du Québec. 27 p.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 2007. Techniques de fermeture de chemins du domaine de l’État (Guide). Direction du soutien aux opérations Faune et Forêts, Division des suivis et contrôles, Gouvernement du Québec. 33 p.

Ministère des Ressources naturelles. 2013. Guide de signalisation routière sur les terres du domaine de l’État. Secteur des opérations régionales, Gouvernement du Québec. 36 p.

Morissette, P. 2017. Solutions économiques pour les traverses temporaires de cours d’eau [En ligne] http://www.oifq.com/images/Evenement/Soiree\_de\_lordre/2017/RADF\_Chibou\_26-10-2017\_web.pdf

Paradis-Lacombe, P., Jutras, S. 2016. État et durabilité des traverses de cours d’eau sur les Chemins forestiers. Université Laval, Québec. 41 p + annexes.

Pépino, M., Rodrìguez, M.A. et Magnan, P. 2012. Impacts of highway crossings on density of brook charr in streams. Journal of Apllied Ecology. 49. 395-403. doi: 10.1111/j.1365-2664

Reid, L. M., et Dunne, T., 1984, Sediment production from forest road surfaces, Water Resour. Res., 20(11), 1753–1761, doi:10.1029/WR020i011p01753.

St-Laurent, M.-H., Beauchesne, D. et Lesmerises, F. 2014. Évaluation des impacts des vieux chemins forestiers et des modalités de fermeturedans 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 (MFFP) par l’Université du Québec à Rimouski (Rimouski, Québec). 42 p.

Taylor, S.E., Ritter, M.A., Franklin, J.M., Morgan, P.A. et Keliher, K.P. 1999. Portable timber bridge systems for forest roads. Forestry engineering for tomorrow: Roads. Proceedings of the international conference on forest engineering. Edinburgh University, Edinburgh, Scotland. 20 p.

Tolland, L., Cathcart, J. G. et Russell, S. O. D., 1998, Estimating The Q100 In British Columbia: A Practical Problem In Forest Hydrology. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 34: 787–794. Doi:10.1111/j.1752-1688.1998.tb01515.x

Toupin, D. 2005. Ouvrages pour traverser les cours d’eau dans les forêts privées. Association des propriétaires de boisés de la Beauce. 42 p.

Torterotot. J.-B. 2014. Effet des ponceaux forestiers sur la distribution de la diversité génétique chez l’omble de fontaine au sein d’un bassin versant boréal. Mémoire. Université du Québec, Québec, INRS, Maîtrise en sciences de la terre. 98 p.

Wallace, M. A., Caroll, M.B., Bolding, M.C. et Dollof, C.A. 2011. Operational forest stream crossings effects on water quality in the Virginia Piedmont. Southern journal of applied forestry, **35** (3). pp 23-30.

Waters, T.F. 1995. Sediment in Streams : Sources, Biological Effects, and Control. American Fisheries Society Monograph, volume 7. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 268 p.

Wisconsin Department of natural resources. 2007. Temporary stream crossings for forestry: a directory of available structures. Wisconsin department of natural resources, Division of forestry, Madison, Wisconsin. 8 p.

1. La durée de vie des ponceaux en acier a été étudiée sur le terrain par Paradis-Lacombe et Jutras (2016). La durée de vie théorique des ponceaux varie énormément selon le type de matériel du ponceau. La durabilité des ponceaux en plastique (polyéthylène) est supérieure à celle des ponceaux en acier standard (galvanisé). Les ponceaux en polyéthylène auraient une durée de vie supérieure à 100 ans (Lester, s.d.). Par contre, leur installation doit être bien effectuée, car ces ponceaux sont plus sensibles aux forces ponctuelles (ex. grosse roche dans le remblai). D’ailleurs, beaucoup de ponceaux en plastique inventoriés par Paradis-Lacombe et Jutras (2016) étaient dans un état médiocre alors que ceux-ci avaient été installés il y a moins de 17 ans. [↑](#footnote-ref-1)