RAPPORT FINAL

PISTES DE SOLUTIONS POUR AUGMENTER LA RENTABILITÉ DES OPÉRATIONS FORESTIÈRES ET AMÉLIORER L'HABITAT DU CARIBOU PAR UNE MEILLEURE GESTION DU RÉSEAU ROUTIER ET DE L'ENFEUILLEMENT

Présenté à :

CRSNG
Marie Thibault

Fondation de la Faune
Pierre Breton

Et

Conférence régionale des Élus de la Capitale-Nationale
Jean-Philippe Guay

Par :

CERFO
Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc.
Emmanuelle Boulfroy, M.Sc.
Philippe Bournival, ing.f., M.Sc.
Guy Lessard, ing.f., M.Sc.
Jean Fink, biol.

Cégep de Sainte-Foy
Samuel Lafleur-Careau

Janvier 2015

© CERFO 2014-12

Mots-clés : caribou forestier, chemin forestier, fermeture de chemin, enfeuillement, ours noir, forêt Montmorency

Référence à citer :
Boulfroy, E., P. Bournival, G. Lessard, J. Fink et S. Lafleur-Careau. 2015. Pistes de solutions pour augmenter la rentabilité des opérations forestières et améliorer l'habitat du caribou par une meilleure gestion du réseau routier et de l'enfeuillement. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO) et Cégep de Sainte-Foy. Rapport 2014-12. 94 pages + 3 annexes.

BÉNÉFICIAIRES ET COLLABORATEURS DU PROJET

- **Forêt Montmorency**
  M. Hugues Sansregret, *M.Sc.*
  M. Patrick Pineault, *ing.f.*
  Mme Julie Bouliane, *ing.f., M.Sc.*

- **Scierie Leduc**
  M. Jean-Pierre Gagné, *ing.f.*
  M. Jacques-J. Tremblay, *ing.f.*

- **Conférence régionale des Élus de la Capitale-Nationale (CRÉ-C.N.)**
  M. Jean-Philippe Guay, *ing.f.*

PARTENAIRES FINANCIERS

- **Conseil de la Recherche en Sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)**
  Mme Marie Thibault

- **Fondation de la Faune du Québec (FFQ)**
  M. Pierre Breton, *ing.f.*

- **Conférence régionale des Élus de la Capitale-Nationale (CRÉ-C.N.)**
  M. Jean-Philippe Guay, *ing.f.*

RECHERCHE ET RÉDACTION

- **Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO)**
  Mme Emmanuelle Boulfroy, *M.Sc.*
  M. Philippe Bournival, *ing.f., M.Sc.*
  M. Guy Lessard, *ing.f., M.Sc.*
  M. Jean Fink, *biol.*

- **Cégep de Sainte-Foy**
  M. Samuel Lafleur-Careau, enseignant

COMITÉ D'EXPERTS

- **Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs**
  Mme Wendy Giroux, *biol.*, *M.Sc.*
  M. Jean-Philippe Jacques, *ing.f.*

- **Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq)**
  M. Jean-François Lamarre, *ing.f.*, *M.Sc.*

- **Forêt Montmorency**
  M. Hugues Sansregret, *M.Sc.*
  M. Patrick Pineault, *ing.f.*

- **Scierie Leduc**
  Jacques-J. Tremblay, *ing.f.*

- **Conférence régionale des Élus de la Capitale-Nationale (CRÉ-C.N.)**
  M. Jean-Philippe Guay, *ing.f.*

- **Nation huronne-wendat**
  Mme Amélie D'Astous, *biol.*, *M.Sc*.

- **Fédération des pourvoiries du Québec**
  M. Jonathan Leblond, *ing.f.*

TABLE DES MATIÈRES

BÉNÉFICIAIRES ET COLLABORATEURS DU PROJET ..... **I**

PARTENAIRES FINANCIERS ..... **I**

RECHERCHE ET RÉDACTION ..... **I**

COMITÉ D'EXPERTS ..... **II**

TABLE DES MATIÈRES ..... **III**

LISTE DES FIGURES ..... **V**

LISTE DES TABLEAUX ..... **VI**

REMERCIEMENTS ..... **VII**

RÉSUMÉ ..... **VIII**

INTRODUCTION **1**

OBJECTIFS **3**

1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL 4
- 1.1. Caractérisation de la végétation présente et du niveau de fermeture naturelle des chemins 4
- 1.2. Caractérisation de l'état du sol 6
- 1.3. Éléments favorisant la présence de l'ours noir 7

2. TERRITOIRE À L'ÉTUDE 8

3. PORTRAIT DE L'ÉTAT DES CHEMINS 10
- 3.1. Méthode 10
  - ***3.1.1.*** *Stratification du territoire* *10*
  - ***3.1.2.*** *Inventaire* *14*
  - ***3.1.3.*** *Compilation et analyse des données* *17*
- 3.2. Résultats 19
  - ***3.2.1.*** *Fréquentation humaine sur le territoire* *19*
  - ***3.2.2.*** *Surface de roulement* *20*
  - ***3.2.3.*** *Emprise* *30*
- 3.3. Discussion 39
  - ***3.3.1.*** *Surface de roulement* *39*
  - ***3.3.2.*** *Emprise* *43*
  - ***3.3.3.*** *Réponse aux hypothèses* *48*

4. SOLUTIONS POTENTIELLES DE FERMETURE DE CHEMINS ET DE LUTTE CONTRE L'ENFEUILLEMENT 53
- 4.1. Méthode 53
  - ***4.1.1.*** *Documentation sur les modalités de fermeture de chemins* *53*
  - ***4.1.2.*** *Proposition de modalités de fermeture de chemins en fonction des situations observées* *54*
  - ***4.1.3.*** *Calcul des coûts de fermeture de chemins* *54*

4.2. Documentation sur les modalités de fermeture de chemins et d'installation de traverses temporaires 54
4.2.1. *Interventions visant la fermeture des chemins forestiers* *55*
4.2.2. *Méthodes d'installation temporaire de traverses de cours d'eau* *72*
4.2.3. *Une meilleure planification* *78*
4.3. Proposition de modalités de fermeture de chemins en fonction des situations observées 79
4.3.1. *Mesures proposées* *81*
4.3.2. *Évaluation sommaire des coûts* *84*

5. RECOMMANDATIONS 89
5.1. Expérimentation des mesures de fermeture de chemins proposées sur le terrain 89
5.2. Évaluation du réseau de chemins stratégique et prioritaire 89
5.3. Concentration des mesures de fermeture de chemins dans des secteurs ciblés 90
5.4. Ne pas extrapoler les conclusions de cette étude à n'importe quel autre territoire 90
5.5. Réaliser le suivi des impacts des modalités de fermeture de chemins 91

CONCLUSION 92

RÉFÉRENCES 93

ANNEXES 96

ANNEXE 1. FORMULAIRE D'INVENTAIRE 98

ANNEXE 2. FRÉQUENTATION DU TERRITOIRE PAR LES CHASSEURS ET PÊCHEURS 100

ANNEXE 3. CLASSES DE PENTE SUR LE TERRITOIRE D'ÉTUDE 105

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du territoire d'étude 9
Figure 2. Localisation des tronçons de chemins dont l'inventaire a été planifié 13
Figure 3. Localisation des transects inventoriés 14
Figure 4. Localisation des micro-placettes inventoriées 15
Figure 5. Fréquence des observations de la présence humaine par classe de chemin 20
Figure 6. Coefficient de distribution des gaules résineuses sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge 23
Figure 7. Coefficient de distribution des gaules et semis résineux sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge 23
Figure 8. Coefficient de distribution des gaules feuillues sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge 24
Figure 9. Coefficient de distribution des gaules et semis feuillus sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge 24
Figures 10 a), b) Taille réduite de la régénération résineuse sur la surface de roulement 24
Figures 11 a), b), c), d) e), f) Présence variable de la végétation dans les chemins 25
Figure 12. Fréquence d'observation du degré de compaction dans les roulières en fonction de la classe de chemin 28
Figure 13. Fréquence d'observation du degré de compaction au centre du chemin en fonction de la classe de chemin 28
Figure 14. Fréquence d'observation du degré de compaction dans l'accotement du chemin en fonction de la classe de chemin 29
Figures 15 a), b) Exemples d'emprises bien régénérées 32
Figure 16. Exemple d'emprise mal régénérée 32
Figure 17. Coefficient de distribution des gaules résineuses dans l'emprise du chemin en fonction des classes d'âge 33
Figure 18. Coefficient de distribution des gaules et semis résineux dans l'emprise du chemin en fonction des classes d'âge 33
Figure 19. Coefficient de distribution des gaules feuillues dans l'emprise du chemin en fonction de la classe d'âge 33
Figure 20. Coefficient de distribution des gaules et semis feuillus dans l'emprise du chemin en fonction de la classe d'âge 33
Figures 21 a) et b) Présence d'orignaux et marque de broutage 34
Figures 22 a) et b) Ronces du Mont Ida et graminées présents dans l'emprise du chemin 36
Figure 23. Type des peuplements adjacents aux chemins 38
Figure 24. Hauteur dominante des peuplements adjacents 38
Figures 25 a) et b) Chemins bordés d'un peuplement résineux pur 38
Figure 26. Carte générale couvrant le territoire d'étude 100
Figure 27. Localisation des secteurs de chasse autour du lac des Neiges 101
Figure 28. Localisation des lacs où il y a des forfaits de pêche de la Sépaq 104

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques des classes de chemins selon le MFFP 11
Tableau 2. Nombre de tronçons de chemins planifiés, inventoriés et utilisés dans les analyses 12
Tableau 3. Largeur de la surface de roulement des chemins par classe de chemin 21
Tableau 4. Coefficient de distribution des essences arborescentes et arbustives présentes sur la surface de roulement par classe d'âge 22
Tableau 5. Pourcentage de recouvrement moyen (%) des espèces favorables à l'ours noir par classes d'âge et de chemin pour la surface de roulement des chemins inventoriés 26
Tableau 6. Fréquences modélisées (%) des trois niveaux de compaction observés par classe de chemin 27
Tableau 7. Fréquence (%) des types de substrat en surface et dans la carotte, par classe de chemin 29
Tableau 8. Coefficient de distribution des essences dans l'emprise du chemin par classe d'âge 31
Tableau 9. Pourcentage de recouvrement moyen (%) des espèces favorables à l'ours noir par classes d'âge et de chemin pour l'emprise des chemins inventoriés 35
Tableau 10. Fréquence (%) des microsites dans l'emprise des chemins par classe d'âge et classe de chemin 36
Tableau 11. Fréquence (%) des andains observés dans l'emprise des chemins le long du tronçon inventorié et dans les micro-placettes par classe d'âge 37
Tableau 12. Bilan diagnostic des conditions du sol 42
Tableau 13. Bilan diagnostic de la végétation présente 43
Tableau 14. Bilan diagnostic des situations observées dans l'emprise 47
Tableau 15. Synthèse des mesures d'atténuation proposées dans Gauthier et Varady-Szvabo (2014) avec ajout ponctuel d'informations provenant d'autres sources 58
Tableau 16. Synthèse des installations temporaires de traverses de cours d'eau 74
Tableau 16. Interventions possibles pour modifier certaines infrastructures de chemins 82
Tableau 17. Interventions possibles pour la remise en production résineuse des chemins 83
Tableau 18. Interventions possibles pour réduire ou bloquer l'accès des chemins 84
Tableau 19. Estimation des coûts moyens des interventions 85
Tableau 20. Évaluation des coûts de fermeture d'un kilomètre de chemin selon 6 scénarios possibles dans le secteur du lac des Neiges 88

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent tout d'abord à M. Hugues Sansregret de la Forêt Montmorency et à M. Jean-Pierre Gagné de Scierie Leduc, qui ont cru à ce projet et ont décidé d'aller de l'avant lorsque le CERFO leur a proposé de travailler sur le sujet.

Un comité d'intervenants du milieu et d'experts a été constitué et s'est réuni en quelques occasions dans le cadre de ce projet. Nos remerciements s'adressent donc aux membres de ce comité qui ont consacré du temps et mis de l'enthousiasme dans ce projet. Une mention spéciale est adressée à MM. Jacques-J. Tremblay de Scierie Leduc et Patrick Pineault de la Forêt Montmorency, qui ont participé de près au projet et nous ont fait profiter de leur riche expérience.

Ce projet a été rendu possible grâce à des sources de financement multiples. Nous tenons donc à remercier, dans un premier temps, le Conseil de la Recherche en Sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), la Fondation de la Faune du Québec ainsi que la Conférence régionale des Élus de la Capitale-Nationale, qui sont les bailleurs de fonds du projet. Mme Julie Bouliane et M. Patrick Pineault de la Forêt Montmorency ainsi que M. Jacques-J. Tremblay de Scierie Leduc ont investi du temps dans ce projet et nous les remercions pour leur contribution.

Enfin, le CERFO souhaite remercier les étudiants du Cégep de Sainte-Foy pour leur contribution aux inventaires sur le terrain.

RÉSUMÉ

Le secteur du lac des Neiges situé dans la réserve faunique des Laurentides est un lieu de fréquentation intensive par la harde de caribous de Charlevoix, espèce qui est actuellement désignée comme une « espèce vulnérable » par le gouvernement du Québec. La perte d'habitats disponibles pour le caribou est entre autres occasionnée par la fragmentation importante du territoire, liée à la densité élevée du réseau de chemins forestiers. De plus, la forte présence de l'ours noir, identifié comme le principal prédateur des faons du caribou dans cette région, serait également associée au réseau dense de chemins, combiné à la présence majoritaire de peuplements jeunes ou en régénération. Enfin, ce réseau routier dense coûte cher à entretenir par les différents utilisateurs du secteur et sa dégradation génère aussi d'autres problèmes environnementaux. Dans ce contexte, il devient urgent d'identifier des moyens qui permettraient d'optimiser la gestion du réseau routier, afin d'augmenter la rentabilité des opérations forestières de Scierie Leduc, principal industriel forestier qui s'approvisionne sur le territoire et de diminuer les problèmes environnementaux liés à ce réseau, notamment la perte d'habitats pour le caribou forestier.

Ce projet a permis de réaliser dans un premier temps un portrait de l'état des chemins forestiers dans le secteur du lac des Neiges. Ce portrait repose sur l'inventaire et l'analyse de 55 tronçons de chemins, répartis selon l'âge et la classe des chemins. Il apparaît que le niveau de compaction de la surface de roulement varie en fonction de la classe des chemins, mais reste toujours trop élevé, entraînant alors la nécessité de réaliser des travaux de préparation de terrain préalablement à une remise en production éventuelle des chemins. De plus, quels que soient l'âge et la classe des chemins, les gaules résineuses et feuillues sont insuffisamment présentes (< 33 % pour les résineux et < 14 % pour les feuillus) pour assurer à court terme la fermeture naturelle de la surface de roulement. Dans l'emprise, les vieux chemins (20-25 ans) ont une présence de gaules résineuses suffisante (≈60 %) et peu de compétition feuillue nuit à cette régénération. Dans les chemins plus jeunes, la présence des gaules est insuffisante (< 35 %) pour assurer la fermeture naturelle de l'emprise. Les microsites de plantation ne manquent par contre pas (> 63 %).

Une synthèse de la littérature disponible a ensuite permis d'identifier les modalités de fermeture de chemins qui sont déjà été expérimentées au Canada et ailleurs dans le monde (abandon naturel, blocage de l'accès, modification des infrastructures…), ainsi que les méthodes d'installation de traverses de cours d'eau temporaires. Cette synthèse fait le bilan, pour chaque modalité, des objectifs poursuivis, de ses avantages, ses inconvénients et dresse une évaluation sommaire des coûts de mise en œuvre sur le terrain.

Finalement, des solutions potentielles de fermeture de chemins ont été proposées pour chaque situation observée sur le territoire d'étude. La remise en production en essences résineuse avec au préalable la décompaction de la surface de roulement est la solution à privilégier. Des mesures de blocage de l'accès sont également recommandées pour à la fois protéger les travaux de plantation réalisés et limiter le dérangement des caribous. Aucune mesure spécifique de lutte contre l'enfeuillement ne s'avère par contre nécessaire en bordure des chemins. Une analyse des coûts de fermeture d'un kilomètre de chemin selon 6 scénarios possibles dans le secteur à l'étude a aussi été présentée. Il en est ressorti qu'en fonction des conditions rencontrées, ces coûts varient entre 12 050 $ et 23 750 $/km de chemin.

Étant donné que les solutions proposées reposent sur des essais réalisés ailleurs qu'au Québec, dans des conditions pouvant être fort différentes, il serait très pertinent de tester sur le terrain certaines des modalités de fermeture de chemins qui sont recommandées. Ces expérimentations permettraient de développer une méthode adaptée au contexte régional et de documenter les coûts réels de mise en œuvre, dans le but d'évaluer l'impact de ces mesures sur la rentabilité des opérations forestières. De plus, une modélisation de l'évolution du taux de perturbation suite aux travaux de fermeture de chemins envisagés permettrait d'évaluer les impacts à long terme des mesures de fermeture de chemins sur l'autosuffisance de la population de caribous de Charlevoix.

INTRODUCTION

À l'heure actuelle, au Québec, la planification de nouveaux chemins, leur construction et l'entretien du réseau en place sont à la charge des compagnies forestières. Dans le secteur à l'étude, soit celui du lac des Neiges, la densité des chemins du réseau actuel est très élevée. Cette situation est due au fait que les chemins ont été construits selon une planification des secteurs à récolter dans des horizons de 5 ans. Aucune vision globale et à long terme du territoire et de ce que pourrait constituer un réseau prioritaire n'a été considérée, entraînant des dédoublements multiples de portions de chemins construites. Cette situation n'est d'ailleurs pas spécifique au secteur du lac des Neiges et correspond à une réalité relativement généralisée au Québec.

Pour Scierie Leduc, qui s'approvisionne en bois dans le secteur à l'étude, la densité élevée du réseau routier entraîne des coûts importants d'exploitation du bois, puisque le coût d'accès à la ressource, qui est directement lié aux coûts de construction et d'entretien de la voirie, représente une portion majeure des coûts d'exploitation.

Le secteur à l'étude présente aussi la particularité d'être un lieu de fréquentation privilégié par la population de caribous forestiers de Charlevoix, espèce qui est actuellement désignée comme une « espèce vulnérable » par le gouvernement du Québec depuis 2005. Des suivis télémétriques réalisés entre 2004 et 2012 ont permis de suivre les déplacements de plusieurs individus de la harde et le secteur du lac des Neiges apparaît en effet comme l'un des endroits particulièrement visités lors des périodes critiques du cycle de l'espèce, c'est-à-dire lors de la mise bas et pendant l'hiver.

Cette densité élevée du réseau routier observée à l'échelle du secteur à l'étude est aussi observée à une échelle plus large que celle de l'aire de répartition de la population de caribous forestiers de Charlevoix (0,97 km de chemin par km^2 selon St-Laurent et Dussault (2012)). La disponibilité de grands massifs de forêts de résineux matures de plus de 250 km^2, qui semble représenter une composante majeure de l'habitat du caribou forestier, est maintenant rare dans l'aire de répartition de la harde de Charlevoix. Une perte d'habitats disponibles est entre autres occasionnée par la fragmentation importante du territoire, liée à la densité élevée du réseau de

chemins forestiers. De plus, les risques de dérangement des caribous occupant ces secteurs sont accrus par le développement du réseau routier aux fins d'exploitation forestière, notamment en lien avec l'augmentation de l'accessibilité aux activités récréatives. Enfin, dans le secteur du lac des Neiges, la forte présence de l'ours noir, identifié comme le principal prédateur des faons du caribou dans cette région, serait entre autres associée au réseau dense de chemins combiné à la présence majoritaire de peuplements jeunes ou en régénération. Or, la mortalité importante des jeunes faons entraîne un vieillissement de la population et un déclin de la harde. Actuellement, cette population fait face à une haute probabilité de disparition dans un avenir rapproché si aucune action n'est entreprise (St-Laurent et Dussault, 2012). La fragmentation de la harde par la nouvelle autoroute du Parc des Laurentides serait aussi un autre facteur aggravant, en créant deux populations distinctes avec chacune un nombre d'individus insuffisant pour être viable.

La présence d'un réseau dense de chemins forestiers entraîne également d'autres risques environnementaux importants, souvent associés aux chemins mal entretenus, notamment pour ce qui est des traverses de cours d'eau défectueuses, qui peuvent générer, par exemple, des problèmes de sédimentation.

Le territoire d'approvisionnement de Scierie Leduc dispose d'un réseau de chemins très développé. Ce dernier coûte cher à entretenir par les différents utilisateurs du secteur, occasionne des pertes d'habitat importantes pour le caribou forestier de Charlevoix et sa dégradation génère aussi d'autres problèmes environnementaux. Dans ce contexte, il devient urgent d'identifier des moyens qui permettraient d'optimiser la gestion du réseau routier, afin d'augmenter la rentabilité des opérations forestières de Scierie Leduc et de diminuer les problèmes environnementaux liés à ce réseau, notamment la perte d'habitat pour le caribou forestier.

Dans le contexte du secteur du lac des Neiges, une meilleure gestion du réseau routier impliquerait en premier lieu de réduire la densité du réseau de chemins. Deux principaux axes d'analyse permettraient d'y contribuer :

- Améliorer la planification des futurs tronçons de chemins à implanter;
- Apporter des éléments correctifs au réseau actuel, par la fermeture et, dans certains cas, la remise en production résineuse de tronçons ciblés.

OBJECTIFS

Dans le secteur du lac des Neiges, ce projet a pour objectifs de :

1. **Réaliser le portrait de l'état des chemins**, à partir d'un inventaire;
2. **Proposer des solutions potentielles de fermeture de chemins et de lutte contre l'enfeuillement** pour les principales situations de chemins identifiées sur le territoire d'étude.

De cette manière, les résultats de ce projet devraient permettre de contribuer à :

- **Améliorer les conditions de survie du caribou de Charlevoix** qui séjourne dans le secteur du lac des Neiges aux périodes critiques de son cycle (mise bas et hiver) en :
    - améliorant son habitat (diminution de la fragmentation du territoire, enrésinement de secteurs névralgiques);
    - diminuant le dérangement (diminution de l'accès à certains secteurs);
    - diminuant la prédation (fermeture de certaines voies d'accès servant de corridors de déplacement pour les prédateurs, diminution de la présence des feuillus qui constituent un milieu favorable à la présence des ours noirs).

- **Diminuer les coûts d'entretien des chemins** par les différents utilisateurs du territoire, dont Scierie Leduc en :
    - proposant des modalités de fermeture de certains tronçons.

- **Réduire les impacts environnementaux liés à un mauvais entretien des chemins**, en fermant et éventuellement naturalisant certains tronçons de chemins non utilisés.

1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

Plusieurs hypothèses de travail sont formulées pour orienter les choix de solutions potentielles de fermeture de chemins, de restauration et de lutte contre l'enfeuillement. Les réponses aux hypothèses seront présentées dans la section Discussion.

1.1. CARACTÉRISATION DE LA VÉGÉTATION PRÉSENTE ET DU NIVEAU DE FERMETURE NATURELLE DES CHEMINS

Quel est l'état actuel d'envahissement du couvert sur les surfaces de roulement et dans les emprises (ceci afin d'identifier si des travaux de remise en production des chemins sont nécessaires ainsi que les besoins en nettoiement (retrait des feuillus envahissants))?

<u>Hypothèse 1</u> : Plus les chemins sont anciens, plus la présence des essences résineuses et feuillues est importante.

Cette hypothèse part du principe qu'avec le temps, la végétation se réinstalle progressivement sur une surface initialement perturbée. Cette hypothèse est par contre valable si le chemin n'est plus fréquenté par des véhicules. S'il l'est encore, l'effet de l'âge pourrait être inverse, c'est-à-dire qu'avec le temps, la végétation serait toujours peu présente, étant donné le passage de véhicules, qui empêche l'installation et la croissance de la végétation.

<u>Hypothèse 2</u> : Moins la structure du chemin est élaborée, plus la présence des essences résineuses et feuillues est importante.

Cette hypothèse considère que les différences de modalités de construction de chemins, entre autres en ce qui concerne les matériaux utilisés, influencent la qualité du substrat et donc le succès de recolonisation par la végétation. Ainsi, les chemins de classe 3 semblent constituer des sites moins propices à une recolonisation, de par la présence de fondations en sol minéral et de surface de roulement en gravier, contrairement aux chemins de classes 4 et non classés dont les

fondations sont en sols minéral et organique. De plus, la classe de chemin influence aussi la fréquentation humaine sur le chemin, de par la position hiérarchique des différentes classes dans le réseau global (les chemins de classe 3 sont en amont des chemins de classe 4 et sont donc plus fréquentés que les classes 4 et les non classés). Comme la fréquentation des véhicules sur le chemin a un impact direct sur le degré de compaction de la surface de roulement, la classe de chemin peut influencer le degré de compaction du sol.

L'enfeuillement est-il important à proximité des chemins et pourrait-il justifier éventuellement des travaux de nettoiement ?

Hypothèse 3 : Les peuplements adjacents aux chemins sont dominés par des essences feuillues (prépondérance des types feuillus et mélangés dominés par les feuillus).

Le secteur à l'étude a été récolté dans sa presque totalité durant les 25 dernières années. Étant en présence prépondérante des peuplements en régénération ou jeunes, et connaissant le pouvoir compétitif important qui caractérise certains feuillus intolérants (bouleau blanc, peuplier faux-tremble), on s'attend à avoir une présence importante de feuillus dans les milieux qui ont été ouverts (bordure de chemins, anciens parterres de coupe totale, sentiers de débardage, etc.).

Hypothèse 4 : La présence des feuillus est importante dans les emprises de chemin.

Cette hypothèse considère, comme la précédente, que les feuillus intolérants peuvent s'installer agressivement dans les milieux ouverts et plus particulièrement en bordure des chemins.

1.2. CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT DU SOL

Quel est l'état actuel du substrat de plantation présent sur la surface de roulement et dans l'emprise du chemin (ceci afin d'évaluer si des travaux de préparation de terrain seraient nécessaires, dans la perspective où il serait planifié de remettre en production le chemin) ?

Hypothèse 5 : Moins la structure du chemin est élaborée, plus le substrat de plantation est favorable.

Cette hypothèse s'appuie sur les mêmes arguments que l'hypothèse 2.

Hypothèse 6 : Plus les chemins sont anciens, plus le substrat de plantation est favorable.

Cette hypothèse part du principe qu'avec le temps, la structure du chemin se dégrade et la surface de roulement est progressivement colonisée par des mousses et des plantes herbacées, rendant alors le milieu moins stérile et plus propice au développement de végétation. Cette hypothèse est par contre valable si le chemin n'est plus fréquenté par des véhicules. S'il l'est encore, l'effet de l'âge pourrait être contraire, c'est-à-dire qu'avec le temps, le chemin serait de moins en moins propice à la plantation, car il serait encore plus compacté suite au passage de véhicules sur une plus longue période.

Hypothèse 7 : Étant donné les méthodes de récolte utilisées, les bordures de chemins sont occupées par des andains, qui impliqueront des travaux de préparation de terrain supplémentaires si la végétation n'a pas recolonisé le site.

Les andains constituent des obstacles à la plantation. Il est donc nécessaire de les disperser préalablement aux travaux de préparation de terrain.

1.3. ÉLÉMENTS FAVORISANT LA PRÉSENCE DE L'OURS NOIR

Les chemins et leur environnement immédiat présentent-ils des caractéristiques qui sont favorables à la présence de l'ours noir?

<u>Hypothèse 8</u> : Beaucoup d'essences végétales recherchées par les ours noirs en début d'été sont présentes sur les chemins du secteur du lac des Neiges.

L'ours noir est reconnu pour s'alimenter en grande majorité de certains végétaux, et plus particulièrement de graminées et de fruits[1] comme les bleuets, les framboises et les gadelles. Cette hypothèse vise donc à vérifier si le secteur à l'étude est intéressant pour l'ours noir en termes de ressources alimentaires.

<u>Hypothèse 9</u> : La présence importante des andains sur le territoire constitue un élément favorisant la présence de l'ours noir.

Des analyses stomacales réalisées sur des cadavres d'ours noirs qui ont été piégés ou chassés cet été dans le secteur du lac des Neiges ont démontré que les fourmis constituent une partie importante de la diète des ours noirs de ce secteur (Wendy Giroux, communication personnelle). Or, les fourmis sont particulièrement présentes à proximité du bois mort, et donc dans les anciens andains. De plus, les andains constituent un milieu favorable au développement des ronces du Mont Ida (framboisiers) qui constituent une partie de son alimentation estivale.

[1] http://fr.wikipedia.org/wiki/Ours_noir#R.C3.A9gime_alimentaire, en ligne le 27 novembre 2014.

2. TERRITOIRE À L'ÉTUDE

Le territoire d'analyse, appelé *Secteur caribou du lac des Neiges*, est situé dans la Réserve faunique des Laurentides, et plus précisément dans l'unité d'aménagement forestier 033-51 (figure 1). Il est localisé dans le territoire correspondant à l'agrandissement de la Forêt Montmorency. Ce territoire fait l'objet d'une entente particulière entre la Forêt Montmorency et Scierie Leduc, qui a priorité pour l'achat du bois qui y est récolté.

Ce territoire est situé dans l'aire de répartition de la harde de caribous forestiers de Charlevoix. Des relevés télémétriques ont montré que **ce secteur est particulièrement visité par les caribous aux périodes critiques de son cycle, soit en hiver et au moment de la mise bas**.

Étant situé dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'est, et plus précisément dans la sous-région écologique 5e-S (Hautes collines du lac Jacques-Cartier), ce territoire occupe une partie des hauteurs du massif laurentien. L'altitude moyenne observée dans cette sous-région écologique[2] est élevée (de l'ordre de 850 m) et le relief est dominé par des hautes collines. Plusieurs sommets dépassent 1 000 m. Le till épais domine et occupe toutes les positions topographiques. L'altitude élevée de ce territoire a une influence déterminante sur le climat, qui est froid et humide (température moyenne de la sous-région 3 de 0 à -2,5°C; précipitations annuelles moyennes de 1 000 à 1 600 mm), avec une très courte saison de croissance (de 130 à 140 jours, 1 600°C degrés-jours de croissance). Les chutes de neige y sont parmi les plus abondantes du Québec méridional (couvert neigeux de 400 à 550 cm).

La végétation présente sur les sites mésiques est la sapinière à bouleau blanc et érable à épis, mais la sapinière à épinette est aussi fréquente sur les sols plus minces. La pessière à mousses occupe les sites de bon drainage. Les sites hydriques sont colonisés par la sapinière à épinette noire et aulne rugueux, tandis qu'on trouve la sapinière à épinette noire et sphaigne et la cédrière tourbeuse sur les dépôts organiques.

[2] L'information décrivant la sous-région écologique 5e-S provient de la description de l'unité de paysage (UP) 93 du lac Jacques-Cartier, car les deux contours sont identiques (Robitaille et Saucier, 1998).

D'un point de vue anthropique, le secteur caribou du lac des Neiges a fait l'objet de nombreuses interventions depuis les 25 dernières années. En effet, une très grande proportion du secteur a été récoltée durant cette période, et plusieurs secteurs ont même été revisités plus récemment pour des travaux précommerciaux. La description des activités de récolte réalisées est présentée plus en détail dans la section 3.1.1.1 Stratification du territoire.

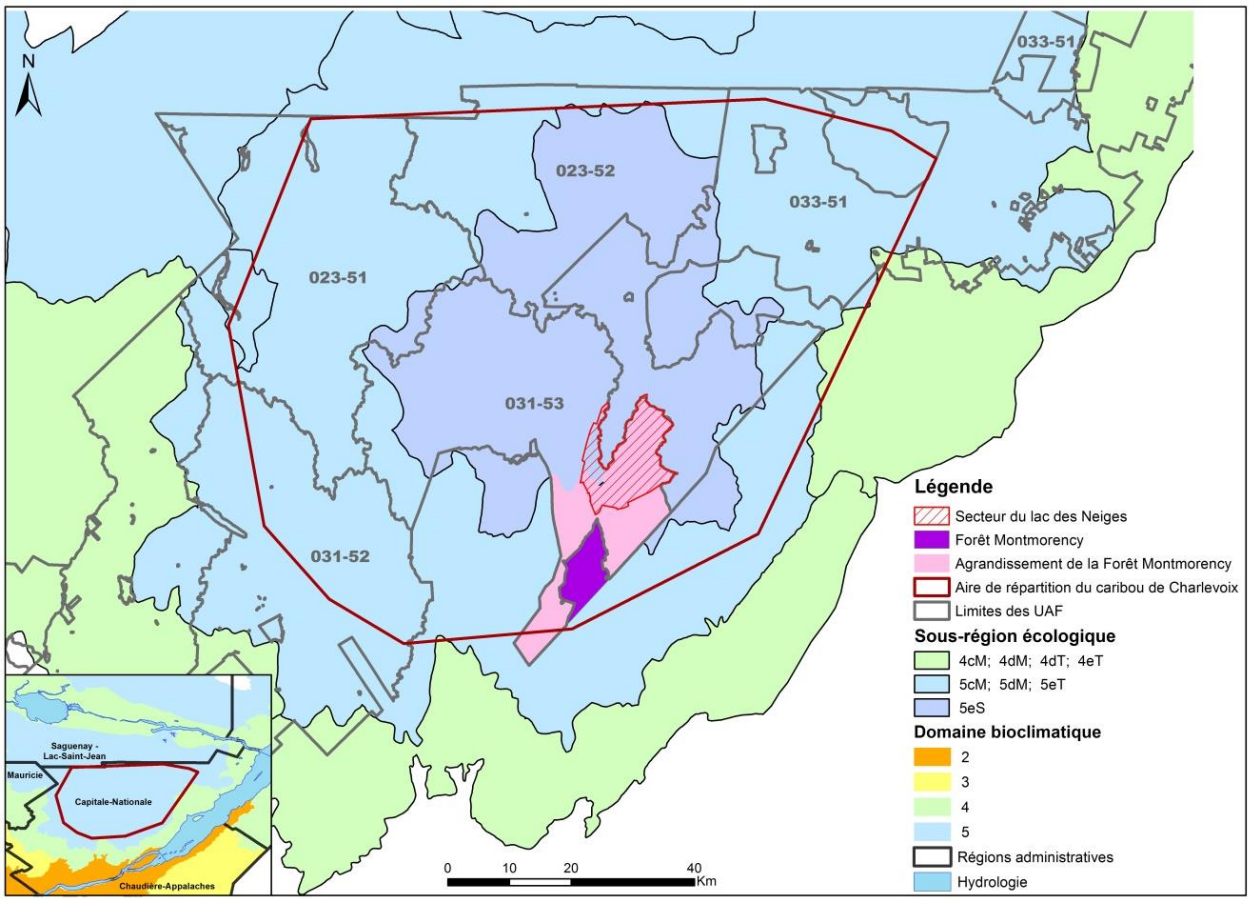


Figure 1. Localisation du territoire d'étude

3. PORTRAIT DE L'ÉTAT DES CHEMINS

L'un des objectifs du projet est de réaliser le portrait de l'état des chemins sur le territoire du lac des Neiges.

3.1. MÉTHODE

3.1.1. Stratification du territoire

Une stratification du territoire en fonction de l'âge des chemins et de leur classe a permis d'établir plusieurs situations potentielles. Pour chaque situation, un inventaire des caractéristiques du sol et de la végétation en place a été réalisé. La stratification des chemins repose sur une analyse des données cartographiques issues de deux bases de données fournies par la Forêt Montmorency :

- La base de données topographiques du Québec (BDTQ), qui présente l'avantage de contenir les tracés des chemins anciens. Par contre, cette base de données n'est pas exhaustive pour les chemins récemment construits;
- La base de données des chemins mise à jour en 2014, qui intègre les chemins les plus récents, mais qui ne comprend pas les chemins anciens.

Ces deux bases de données ont permis d'obtenir une cartographie de l'ensemble des chemins construits sur le territoire entre 1990 et 2014.

L'âge des tronçons de chemins a été déterminé à partir de l'année de récolte du secteur traversé par le tronçon de chemin. L'âge du tronçon a alors été estimé en supposant que le tronçon a été construit un an avant l'année de la récolte. Dans certains cas, l'année de construction du chemin était connue, ce qui a permis de confirmer que l'estimation de l'âge en fonction de l'année de récolte était correcte.

Les chemins ont été regroupés selon 3 classes d'âge :

- Les plus vieux, âgés entre 21 et 25 ans (récolte réalisée entre 1990 et 1994);
- Ceux d'âge intermédiaire, âgés entre 16 et 20 ans (récolte réalisée entre 1995 et 1999);

- Les plus jeunes, âgés entre 5 et 15 ans (récolte réalisée entre 2000 et 2010).

Une recherche sur le territoire de chemins âgés de plus de 25 ans a été réalisée, en identifiant des secteurs qui n'ont pas fait l'objet d'intervention de récolte depuis les 25 dernières années et en vérifiant ensuite sur le terrain si les chemins identifiés dans la BDTQ dans ces secteurs existaient vraiment. Très peu de secteurs présentaient ces caractéristiques et les quelques tronçons identifiés n'ont pas été retrouvés sur le terrain.

L'information décrivant la classe des chemins provient des deux bases de données cartographiques de chemins. Trois classes sont présentes sur le territoire : les classes 3, 4 et non classé. Parmi les chemins de classe 3, ont été retirés de l'analyse les tronçons qui sont couramment utilisés et entretenus. Le tableau 1 présente la description des classes de chemins. Les classes 3 et 4 se distinguent par les matériaux utilisés et la largeur de la couche de roulement. La différence entre les classes 4 et NC repose essentiellement sur la largeur de la surface de roulement.

Tableau 1. Caractéristiques des classes de chemins selon le MFFP

	Classes de chemins		
	03	**04**	**Non classé (NC)**
Caractéristiques			
Vitesse maximale	50 km/h	40 km/h	< 40 km/h
Largeur de la couche de roulement sans accotement	7,5 m	5,5 m	< 5,5 m
Matériaux utilisés			
Fondation	Sol minéral	Sol minéral, sol organique (couche mince) et débris végétaux	Sol minéral, sol organique (couche mince) et débris végétaux
Couche de roulement	Gravier naturel	Sol minéral	Sol minéral

Neuf situations ou cas à l'étude ont donc été retenus pour l'analyse de l'état des chemins dans le secteur caribou du lac des Neiges. Pour être sélectionnés, les tronçons de chemins ne devaient pas être entretenus. L'entretien implique en effet le passage d'une niveleuse une ou deux fois par année, ce qui a un impact direct sur le degré de compaction du chemin et la présence de la végétation sur la surface de roulement. Le portrait du degré de fermeture de ces tronçons serait

donc faussé par des interventions anthropiques. De plus, les chemins entretenus figurent parmi ceux qui sont régulièrement fréquentés par les utilisateurs et gestionnaires du territoire, et on pose l'hypothèse que ces tronçons ne seraient pas sélectionnés si un exercice de priorisation pour la fermeture de chemins dans le secteur était réalisé.

Le nombre de tronçons de chemins dont l'inventaire était initialement planifié est présenté dans le tableau 2. Ce tableau dénombre également les tronçons réellement inventoriés ainsi que le nombre de tronçons ayant finalement servi pour les analyses. Le nombre de tronçons utiles pour les analyses est différent de celui inventorié puisqu'il s'est avéré que quelques tronçons d'inventaire avaient été réalisés sur des chemins entretenus par la Sépaq. Les chemins de classe 3 et 4 âgés de 21-25 ans étaient moins représentés sur le territoire, ce qui explique le nombre plus limité de points d'inventaire planifiés. La classe 3 a aussi été volontairement moins échantillonnée, car il a été supposé que le niveau de fermeture naturelle de ces chemins serait moins avancé, étant donné la fréquentation supérieure dont ils font l'objet en raison de leur position hiérarchique dans le réseau de chemins. Au total, 55 tronçons de chemins ont été retenus pour les analyses, dont seulement 5 pour les chemins de classe 3. La figure 2 localise les points d'inventaire qui ont été planifiés.

Tableau 2. Nombre de tronçons de chemins planifiés, inventoriés et utilisés dans les analyses

Situations (Âge et classe de chemins)		Nb de tronçons planifiés	Nb de tronçons inventoriés	Nb de tronçons servant pour les analyses
5-15 ans	3	6	6	2
	4	10	10	10
	NC	10	10	10
Total		**26**	**26**	**22**
16-20 ans	3	6	2	2
	4	10	8	8
	NC	10	5	5
Total		**26**	**15**	**15**
21-25 ans	3	4	4	1
	4	7	6	6
	NC	15	11	11
Total		**26**	**21**	**18**
Grand total		**78**	**62**	**55**

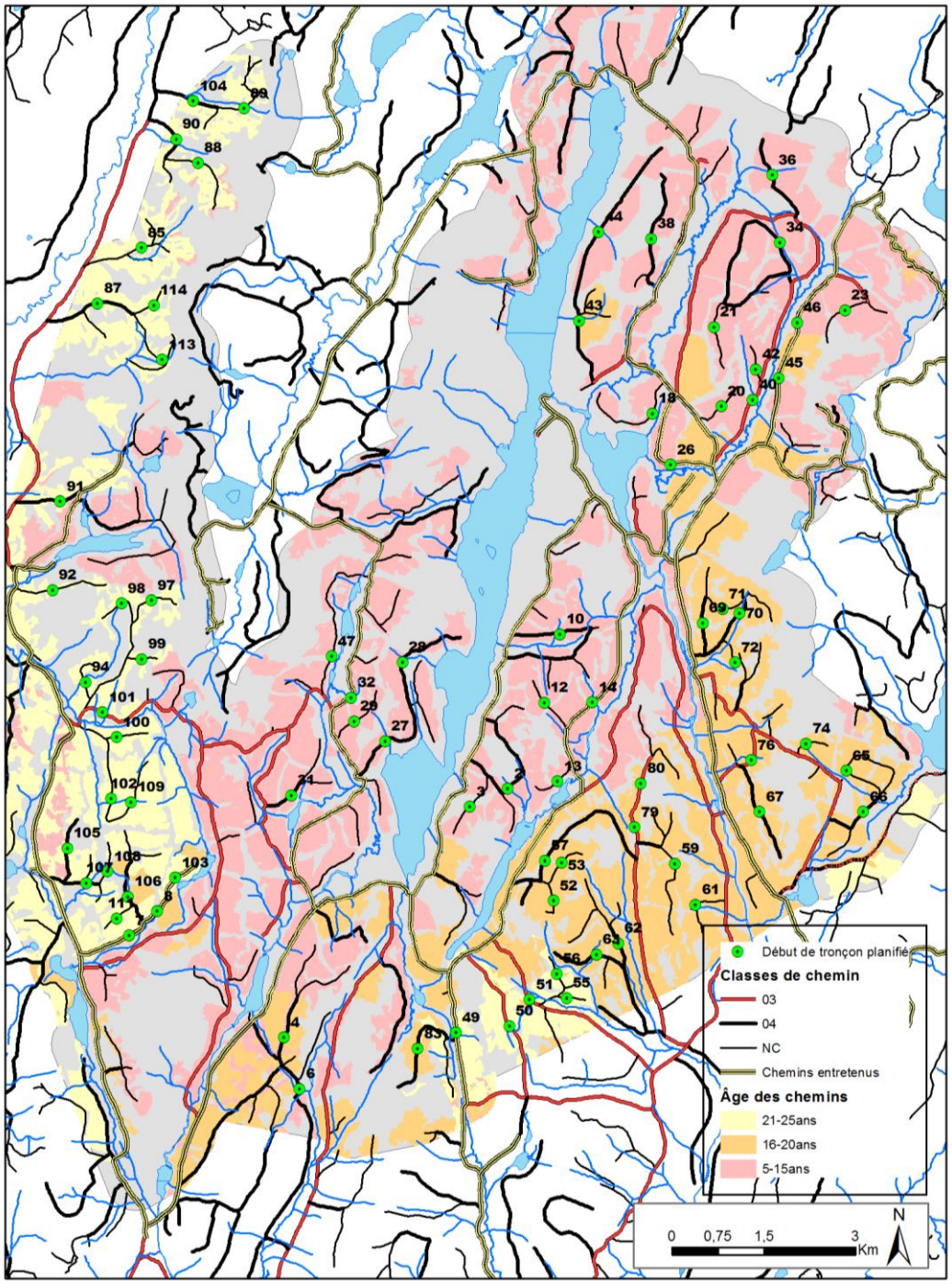


Figure 2. Localisation des tronçons de chemins dont l'inventaire a été planifié

3.1.2. Inventaire

Cette section décrit le protocole d'inventaire utilisé pour effectuer le portrait de l'état des chemins. Chaque tronçon de chemin a été inventorié à partir de 4 transects composés de 5 micro-placettes positionnés perpendiculairement à la direction de roulement et espacés de 25 mètres, de manière à couvrir une distance de chemin inventoriée de 100 m (figure 3). Au total, chaque tronçon était composé de 20 micro-placettes de 1,13 mètre.

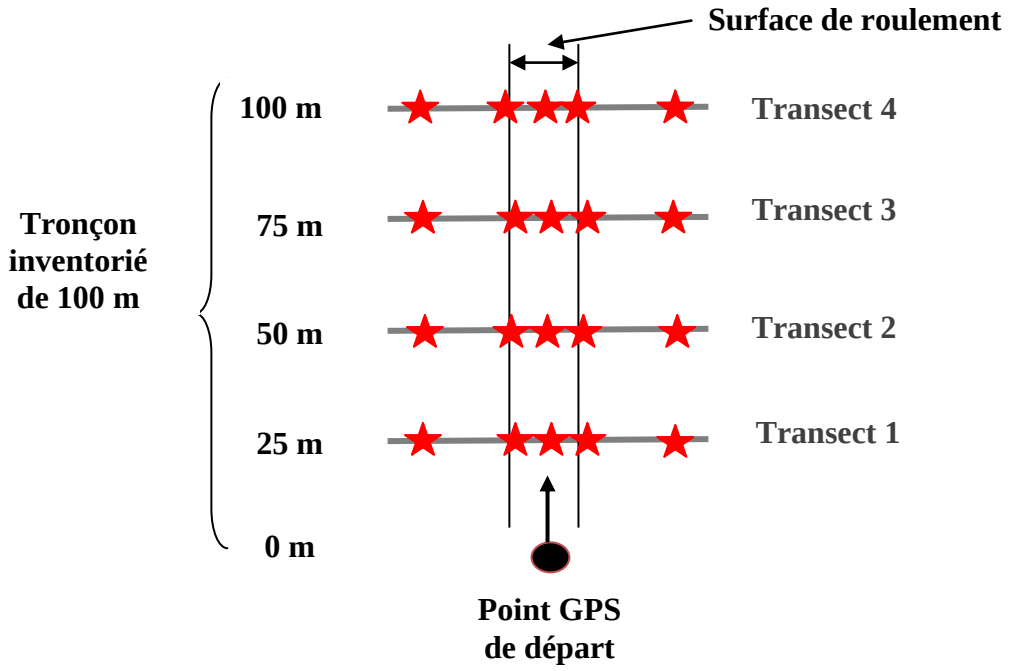


Figure 3. Localisation des transects inventoriés

Sur chaque transect, les cinq micro-placettes ont été positionnées de manière à échantillonner la surface de roulement et l'emprise du chemin (figure 4). Une micro-placette était placée au centre du chemin (mp 1), deux micro-placettes de chaque côté de la limite de la surface de roulement dans l'accotement (mp 2 et 4) et deux micro-placettes de chaque côté du chemin, situées à 15 mètres du centre du chemin, de manière à être au-delà du fossé et du remblai et avant la limite du peuplement (mp 3 et 5).

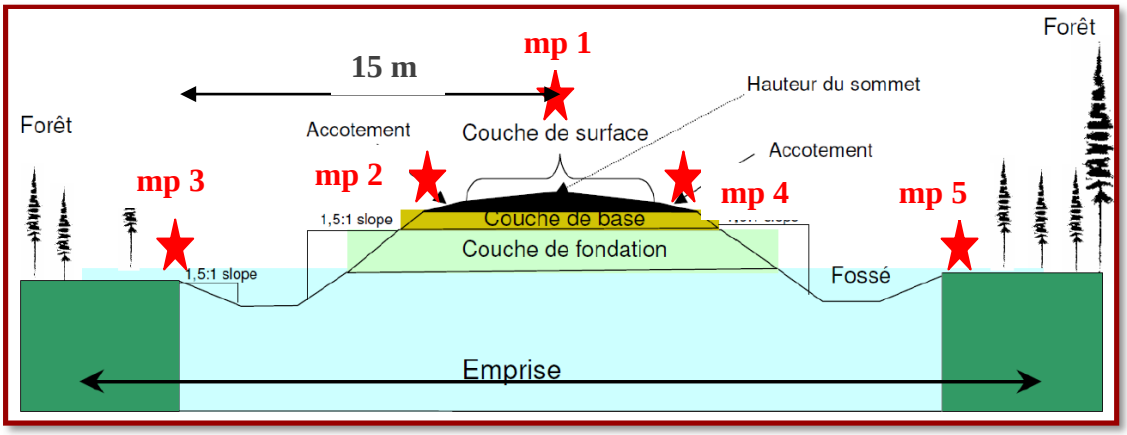


Figure 4. Localisation des micro-placettes inventoriées

Les informations notées décrivent l'état du sol, la végétation présente et des informations à caractère plus général sur le milieu physique comme la présence d'andains, les signes de présence humaine, la largeur de la surface de roulement et le type de peuplement adjacent. La végétation est caractérisée dans des micro-placettes de 1,3 m pour les essences résineuses et 1,69 m pour les feuillus et celles qui sont favorables à la présence de l'ours noir. L'inventaire diffère légèrement en fonction des micro-placettes concernées. Le formulaire d'inventaire est disponible à l'annexe 1.

3.1.2.1. Caractérisation du sol

La caractérisation du sol a été effectuée dans les micro-placettes 1, 2 et 4. Le niveau de compaction du sol, le type de substrat de surface et le type de substrat dans la carotte ont été évalués selon les modalités suivantes :

- Niveau de compaction du sol : profondeur à laquelle la douille du plantoir[3] peut pénétrer dans le sol, par classe de 5 cm (compaction levée : 1-5 cm, compaction modérée : 6-10 cm, compaction faible : 11-15 cm). La classe 11-15 cm correspond à un niveau de compaction faible, qui est favorable à la plantation d'un plant de petite dimension (récipient de 67 cavités, 50 à 109 cc).

[3] Une douille de plantoir est un outil utilisé par les planteurs pour extraire une carotte de sol en vue d'introduire dans le sol un plant.

- Note : pour la mesure prise au centre du chemin, une seconde mesure sera prise dans une roulière à proximité.

- Type de substrat en surface : gravier > 75 %, sable > 75 %, sable et gravier, matière organique, mousses, sphaigne.
- Type de substrat dans la carotte : gravier > 75 %, sable > 75 %, sable et gravier, matière organique, mousses, sphaigne.

La présence de fossés était également notée dans les micro-placettes 2 et 4 en indiquant, si présent, le type de substrat de surface dans ces fossés.

3.1.2.2. Espèces végétales

La présence/absence d'espèces commerciales et non commerciales a été noté dans chacune des micro-placettes en prenant soin de distinguer les gaules et les semis de 15 cm et plus. La présence d'espèces favorables à l'ours noir comme les graminées (*Graminoïdes*), la ronce du Mont Ida (*Ribes Idaeus*), l'airelle fausse-myrtille (*Vaccinum myrtilloïdes*) et les gadelliers (*Ribes*) a également été notée dans chacune des micro-placettes en utilisant des classes de recouvrement de 0 à 5 %, 5 à 25 %, 25 à 50 %, 50 à 75 % et 75 à 100 %. La classe de hauteur du couvert végétal dominant était également notée. Enfin, pour les micro-placettes situées dans l'emprise du chemin, au-delà du fossé et du remblai (micro-placettes 3 et 5), la présence de microsites propices à la plantation a été notée.

« Un microsite propice à la mise en terre d'un plant est un endroit où il y a possibilité de placer les racines du plant dans le **sol minéral** ou un **sol organique bien décomposé**, sans que les branches de ce dernier ne soient enterrées. Lorsque la **végétation nuisible** est forte et risque de faire mourir le plant et l'empêche de se développer, le microsite n'est pas propice au reboisement. Un microsite est également jugé non propice lorsque les souches coupées ont une hauteur supérieure à **20** centimètres. » (tiré de AFOGIM, 2014).

3.1.2.3. Caractérisation du milieu environnant

La présence/absence d'andains dans la micro-placette ou dans le tronçon a été notée lors de l'inventaire. Le type de peuplement adjacent (feuillus, mélangé à dominance feuillue, mélangé à dominance résineuse, résineux), la classe de hauteur dominante du peuplement adjacent et les traces de fréquentation humaine étaient également notés le long du transect perpendiculaire à la surface de roulement. Enfin, des informations à caractère général ont également été notées telles que les traces de fréquentation animale, la présence de plantation ou d'enrichissement, la présence d'EPC dans l'emprise et les prescriptions sommaires pour la surface de roulement et de l'emprise[4].

3.1.3. Compilation et analyse des données

Les analyses et compilations ont été effectuées à l'aide du progiciel SAS (version 9). Dans un premier temps, ont été développés des modèles de régression logistique permettant de prédire :

- le coefficient de distribution de la régénération des gaules et de l'ensemble des gaules et semis;
- le niveau de compaction des sols;
- les traces de fréquentation humaine.

Ensuite, des compilations de fréquence d'observation des andains, de microsites, de type de substrat, de type de peuplement adjacent et de sa hauteur ont été réalisées à l'aide des analyses de fréquence et de la procédure FREQ. Les analyses de la largeur de la surface de roulement et de la présence des espèces favorables à l'ours noir ont été réalisées avec la procédure MEANS et n'ont pas fait l'objet de modélisation.

Les probabilités de présence d'une tige, d'un niveau de compaction ou de trace de fréquentation humaine ont été modélisées à l'aide de la régression logistique (Hosmer et Lemeshow, 2000) et de la procédure GLIMMIX. La variable dépendante suit une distribution binomiale et peut prendre uniquement deux valeurs : la tige est présente ou pas, le niveau de compaction est faible ou pas et les traces de fréquentation humaine sont observées ou pas. La prévision de la probabilité

[4] Ces données ont été notées mais n'ont pas été utilisées dans l'analyse car elles se sont avérées trop subjectives.

de la présence a été faite à partir de la fonction de lien LOGIT. La transformation linéaire des deux événements possibles permet de prévoir la probabilité de présence *i* en fonction de *n* variables explicatives. Ainsi, la fonction prend la forme suivante :

$$[1]\ \mathrm{LOGIT}_{\mathrm{sepm}} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n$$

où les β_n sont les coefficients de régression et X_n, les variables indépendantes.

Afin d'obtenir la prévision de la probabilité de présence (p*i*), une transformation algébrique est nécessaire et se présente comme suit :

$$[2]\ \mathrm{p}_i = \frac{1}{1+\exp[-\mathrm{LOGIT}_{\mathrm{sepm}}]}$$

Les effets imbriqués des micro-placettes dans les tronçons ont été pris en compte dans les effets aléatoires afin de tenir compte de l'autocorrélation des erreurs entre les micro-placettes d'un même transect. Les degrés de liberté ont été calculés avec la méthode de Satterthwaite, laquelle considère l'échelle associée à chacune des variables. L'énoncé LSMEANS a été utilisé afin de vérifier les différences significatives entre les variables de classe étudiées. Différents essais ont été réalisés de manière à obtenir le meilleur modèle (aire sous la courbe ROC (*receiver operating characteristics*; en français : fonctions d'efficacité du récepteur) la plus élevée), qui soit le plus simple possible (en ne retenant que les variables significatives au seuil α = 5 %) et en vérifiant la présence d'interactions entre les variables obtenues.

Les niveaux de compaction faibles, modérés ou élevés ont été modélisés à l'égard de leur interdépendance. Associés à la prise en compte des effets aléatoires, qui ne se traduit pas de la même façon entre les trois niveaux de compaction, ces deux phénomènes expliquent pourquoi la somme des niveaux de compaction pour une même classe de chemin n'arrive pas exactement à 100 %.

Les modèles empiriques développés dans le cadre de cette étude sont spécifiques au suivi des chemins réalisé en 2014 dans le secteur du lac des Neiges. Ils ont été développés à partir de la base de données propre à cette étude, c'est pourquoi l'extrapolation des résultats à d'autres chemins doit être faite avec précaution, notamment au niveau de la sous-région écologique.

3.2. RÉSULTATS

Le portrait de l'état des chemins décrit tout d'abord la fréquentation humaine observée sur le chemin, puis l'état de la surface de roulement et de l'emprise.

3.2.1. Fréquentation humaine sur le territoire

Le secteur du lac des Neiges est reconnu pour être très fréquenté, principalement par deux groupes de personnes : les chasseurs-pêcheurs qui achètent un forfait à la Sépaq et la Nation huronne-wendat.

Le secteur du lac des Neiges est également un secteur hautement fréquenté par les chasseurs à l'automne et les pêcheurs pendant l'été. Les chasseurs sont connus pour se déplacer abondamment dans leur secteur de chasse et pour circuler dans des chemins plus ou moins carrossables avec leurs VTT. Le territoire d'étude est à cheval sur 5 secteurs de chasse à l'orignal qui sont chacun visités à l'automne par 6 groupes de 2 à 4 chasseurs (secteurs 2, 3, 51, 52 et 58) (annexe 2). La petite chasse est également pratiquée sur le territoire. Les statistiques de chasse des dernières années montrent que le territoire de chasse l'Étape, qui inclut le secteur du lac des Neiges, a été fréquenté à raison de 253 jours/personnes en 2013 et 225 jours/personnes en 2012 (annexe 2). Enfin, les statistiques de pêche des dernières années pour les secteurs Giroux et Lac des Neiges, qui couvrent le territoire d'étude, démontrent aussi un haut niveau de fréquentation du territoire avec 9 175 prises en 2012 et 4 203 en 2013 pour les secteurs Giroux et Lac des Neiges respectivement. Par contre, les 9 lacs de pêche sont situés très près de chemins entretenus. Il est donc possible que les pêcheurs ne circulent que sur les chemins entretenus pour se rendre à leur site de pêche, n'augmentant alors pas la fréquentation des chemins visés par le projet (annexe 2).

Les relevés d'inventaire confirment que ce secteur est fréquenté sur une base régulière puisque, globalement, 50 % des tronçons visités présentent des marques de fréquentation humaine, que ce soit des traces de roues de VTT ou de voiture. Les chemins de classe 3 sont nettement plus fréquentés (76 % des transects inventoriés présentent des traces) que les chemins de classe 4 (45 %) et les non classés (35 %), comme le montre la figure 5. Des différences significatives,

représentées par les lettres A et B, ont été observées en fonction de la classe de chemin alors que l'influence de leur âge ne s'est pas avérée significative.

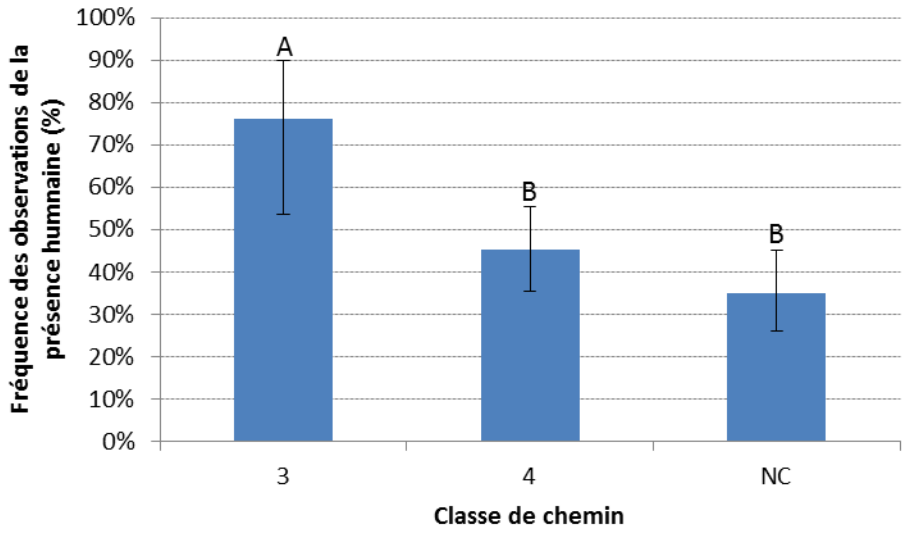


Figure 5. Fréquence des observations de la présence humaine par classe de chemin

Des membres de la Nation huronne-wendat utilisent les chemins du secteur pour se rendre à leurs chalets ou camps ou pour réaliser des activités traditionnelles. Par contre, il n'est actuellement pas possible de quantifier la fréquentation du territoire par les membres de la Nation car cette information est considérée par celle-ci comme étant confidentielle. De plus, la Nation huronne-wendat est actuellement en recherche de financement pour acquérir ces données auprès de ses membres.

3.2.2. Surface de roulement

La largeur de la surface de roulement, la présence de la végétation, la vigueur de la régénération résineuse, la présence d'espèces végétales recherchées par l'ours noir et l'état du sol sont décrits dans les sections suivantes.

3.2.2.1. Largeur de la surface de roulement

La largeur de la surface de roulement est évaluée à 4,4 m pour les chemins de classe 3, à 4,1 m pour les chemins de classe 4 et à 4,5 m pour les chemins non classés (tableau 3). Globalement, les chemins forestiers construits dans le secteur du lac des Neiges ont une largeur moyenne de 4,3 m.

La largeur est donc relativement constante quelle que soit la classe des chemins et on peut considérer que la classe des chemins n'a que très peu d'incidence sur la largeur de la surface de roulement.

Tableau 3. Largeur de la surface de roulement des chemins par classe de chemin

Classe de chemin	Largeur de la surface de roulement (m)	IC
3	4.4	0.2
4	4.1	0.5
NC	4.5	0.5
Total	**4.3**	**0.3**

3.2.2.2. Présence des essences résineuses et feuillues

Le tableau 4 présente le coefficient de distribution des essences arborescentes et arbustives présentes sur la surface de roulement par classe d'âge. Les essences résineuses les plus fréquentes sur le territoire sont l'**épinette blanche et le sapin**, que l'on retrouve généralement en proportions relativement semblables, variant entre 30 et 57 % selon les classes d'âge de chemin. Le **mélèze** est aussi présent, et peut atteindre un taux de présence de 11 %. En ce qui concerne les feuillus commerciaux, le **bouleau blanc** prédomine (35-54 %), suivi du **peuplier faux-tremble** (9-33 %). Des feuillus non commerciaux sont également présents, mais ils sont généralement marginaux, à l'exception des **saules** dont le coefficient de distribution dépasse celui du bouleau blanc (59-71 %).

Tableau 4. Coefficient de distribution des essences arborescentes et arbustives présentes sur la surface de roulement par classe d'âge

	Classe d'âge de 5 à 15 ans						Classe d'âge de 16 à 20 ans						Classe d'âge de 21 à 25 ans					
Essence	**CD semis**	**IC**	**CD gaules**	**IC**	**CD total**	**IC**	**CD semis**	**IC**	**CD gaules**	**IC**	**CD total**	**IC**	**CD semis**	**IC**	**CD gaules**	**IC**	**CD total**	**IC**
AME	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
AUR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BOP	42%	6%	8%	3%	44%	6%	54%	7%	3%	3%	54%	7%	35%	6%	3%	2%	35%	7%
CON	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
COS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPB	43%	6%	2%	2%	44%	6%	55%	7%	6%	4%	57%	7%	48%	7%	23%	6%	54%	7%
EPN	1%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	3%	1%	1%	3%	3%	2%	2%	0%	1%	3%	2%
EPR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ERE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%
MEL	8%	3%	0%	1%	8%	3%	4%	3%	0%	0%	4%	3%	10%	4%	2%	2%	11%	4%
PEB	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PET	21%	5%	1%	1%	21%	5%	31%	7%	4%	3%	33%	7%	9%	4%	0%	0%	9%	4%
SAB	27%	6%	5%	3%	29%	6%	52%	7%	9%	4%	54%	7%	46%	7%	20%	5%	50%	7%
SAL	61%	6%	2%	2%	61%	6%	71%	7%	9%	4%	71%	7%	59%	7%	2%	2%	59%	7%
SAP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%
SOA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	1%
SUA	0%	1%	0%	0%	0%	1%	3%	2%	0%	0%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Feuillus	**71%**	**6%**	**8%**	**3%**	**72%**	**6%**	**80%**	**6%**	**13%**	**5%**	**80%**	**6%**	**74%**	**6%**	**5%**	**3%**	**74%**	**6%**
Résineux	**52%**	**6%**	**9%**	**4%**	**55%**	**6%**	**70%**	**7%**	**15%**	**5%**	**71%**	**7%**	**65%**	**6%**	**33%**	**6%**	**70%**	**6%**

Les figures 6 à 9 décrivent les résultats des ANOVA effectuées sur la probabilité de présence des essences feuillues et résineuses dans les chemins forestiers. Les résultats ont démontré que la classe de chemin ne permettait pas d'expliquer de manière significative les variations du coefficient de distribution alors que la classe d'âge permettait d'expliquer seulement les variations observées chez les essences résineuses.

Pour les résineux, la présence de gaules est supérieure dans les vieux chemins (21-25 ans) que dans les plus jeunes chemins (< 20 ans), mais reste faible (CD = 33 % sur les chemins de 21-25 ans contre CD ≤ 15 % sur les chemins de moins de 20 ans) (figure 6). Malgré la faible présence de gaules, le coefficient de distribution des gaules et semis est relativement bon et se situe entre 55 et 71 % (figure 7). Les chemins les plus jeunes (5-15 ans) se distinguent alors des chemins de plus de 15 ans, avec une présence moindre (55 % dans les 5-15 ans contre 71 % dans les 16-20 et 21-25 ans).

En l'absence d'effet significatif de l'âge pour les feuillus, très peu de variation est observée dans les coefficients de distribution. Les résultats indiquent que la présence de gaules feuillues est constante, mais faible. Des coefficients de distribution inférieurs à 14 % ont été observés dans tous les cas (figure 8). Cependant, la présence de gaules et de semis est élevée (coefficients de distribution variant entre 72 et 80 % selon les classes d'âge) (figure 9).

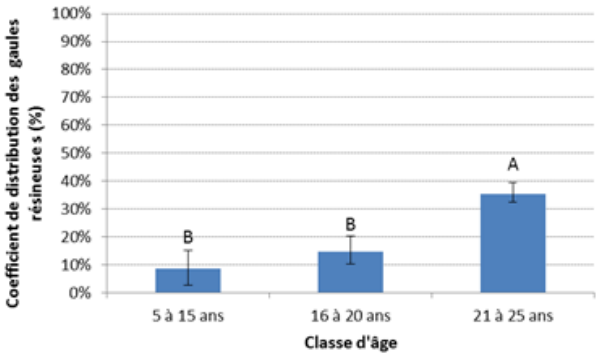


Figure 6. Coefficient de distribution des gaules résineuses sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge

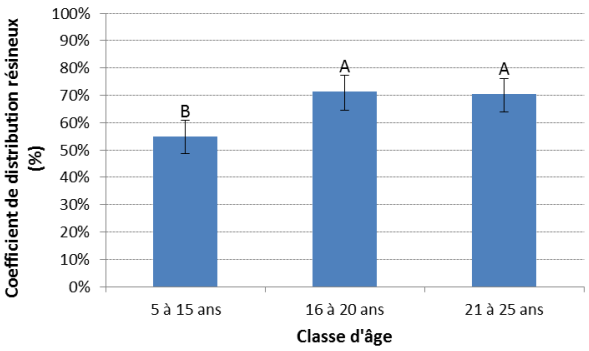


Figure 7. Coefficient de distribution des gaules et semis résineux sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge

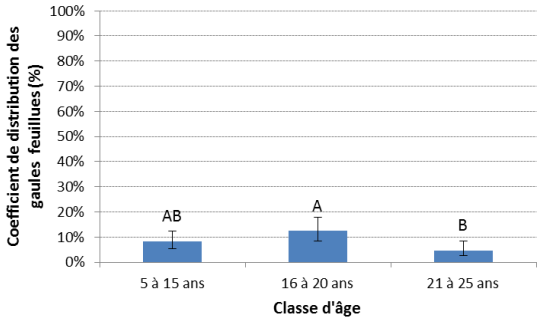


Figure 8. Coefficient de distribution des gaules feuillues sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge

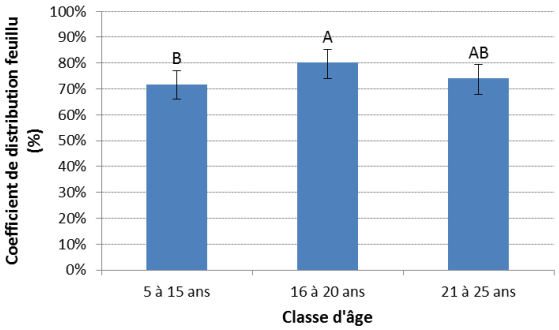


Figure 9. Coefficient de distribution des gaules et semis feuillus sur la surface de roulement en fonction de la classe d'âge

3.2.2.3. Forme peu développée de la régénération résineuse

Des observations sur le terrain ont également mis en évidence la taille réduite de la régénération résineuse et la présence de chlorose (figures 10 a), b)). Les figures 11 a) à f) illustrent différentes conditions de chemin et de colonisation par les végétaux.

Figures 10 a), b) Taille réduite de la régénération résineuse sur la surface de roulement

Figures 11 a), b), c), d) e), f) Présence variable de la végétation dans les chemins

3.2.2.4. Présence d'espèces végétales recherchées par l'ours noir

Le tableau 5 présente les pourcentages de recouvrement de 4 essences recherchées par l'ours noir, principal prédateur des faons de caribou dans la région. La présence totale de ces essences est relativement faible sur la surface de roulement, variant en général entre 12 et 20 %. Les valeurs les plus élevées (18-20 %) se retrouvent dans les 3 classes de chemin et dans les 3 classes

d'âge. L'âge et la classe de chemin ne semblent donc pas influencer la présence de ces espèces sur le territoire. En termes d'essences, les graminées (*Graminoïdes*) sont les espèces les plus fréquentes (souvent > 10 %). La ronce du Mont Ida (*Rubus Idaeus*), l'airelle fausse-myrtille (*Vaccinum myrtilloides*) et les *Ribes* sont plus marginaux et souvent absents.

Tableau 5. Pourcentage de recouvrement moyen (%) des espèces favorables à l'ours noir par classes d'âge et de chemin pour la surface de roulement des chemins inventoriés

		Classe de chemin					
		Classe 3		Classe 4		Non classé	
Classe d'âge	Essence	Recouvr. moyen	IC	Recouvr. moyen	IC	Recouvr. moyen	IC
5 à 15 ans	*Vaccinum myrtilloides*	0	0	0	0	0	0
	Rubus Idaeus	7	5	3	2	5	3
	Graminoïdes	11	4	10	3	14	4
	Ribes	1	1	0	0	1	1
	Toutes essences	**18**	**8**	**12**	**3**	**20**	**4**
16 à 20 ans	*Vaccinum myrtilloides*	0	0	0	0	0	0
	Rubus Idaeus	0	0	2	1	2	1
	Graminoïdes	4	3	16	5	10	4
	Ribes	0	0	2	1	1	1
	Toutes essences	**4**	3	**19**	5	**13**	5
21 à 25 ans	*Vaccinum myrtilloides*	8	4	2	1	1	1
	Rubus Idaeus	0	0	1	1	2	1
	Graminoïdes	6	4	11	5	11	3
	Ribes	4	4	3	1	2	1
	Toutes essences	**18**	6	**16**	5	**15**	4

3.2.2.5. Niveau de compaction du sol

L'état du sol a été évalué en fonction du degré de compaction du sol et de la composition du substrat. Le niveau de compaction est important à connaître, car il permet de décider si des travaux de préparation de terrain sont nécessaires préalablement à la plantation. En effet, le sol doit avoir un niveau de compaction faible pour ne nécessiter aucune préparation de terrain.

Des analyses de variance sur la compaction du sol dans les roulières, dans le centre du chemin et dans l'accotement ont été effectuées. À l'inverse de la végétation, les résultats indiquent, dans certains cas, une influence significative de la classe de chemin et non significative de la classe

d'âge. Les résultats ont été présentés en fonction de la classe de chemin. Les niveaux de compaction du sol dans les roulières, au centre du chemin et dans l'accotement sont présentés dans le tableau 6 et aux figures 12 à 14.

Dans les roulières (figure 12), on observe **un effet significatif de la classe de chemin** pour la compaction de niveau faible et un effet très proche d'être significatif pour une compaction élevée. La classe de chemin influence donc les degrés de compaction élevée et faible et on observe un comportement différent des deux classes de chemin extrêmes, soit les classes 3 et les chemins non classés (compaction faible : 6 % des observations pour les chemins de classe 3 contre 43 % pour les chemins non classés; compaction élevée : 75 % des observations pour les chemins de classe 3 contre 33 % pour les chemins non classées). Même si une différence significative existe entre les classes 3 et NC, la fréquence du degré de compaction faible est néanmoins toujours réduite (≤ 40 %).

Au centre du chemin (figure 13), on observe **un effet significatif de la classe de chemin** seulement pour la compaction de niveau faible. Les chemins non classés se distinguent des deux autres classes avec une présence majoritaire du niveau de compaction faible (59 %) comparativement à une fréquence très réduite pour les classes 3 et 4 (11 et 30 % respectivement).

Dans l'accotement (figure 14), on n'observe **aucun effet significatif de la classe de chemin** et le niveau de compaction est majoritairement faible (57-74 % des observations).

Tableau 6. Fréquences modélisées (%) des trois niveaux de compaction observés par classe de chemin

Classes de chemin	Niveau de compaction								
	Centre du chemin			Roulières			Accotement		
	Élevé	Modéré	Faible	Élevé	Modéré	Faible	Élevé	Modéré	Faible
3	41	43	11	79	18	5	19	19	57
4	25	36	30	51	27	14	13	14	70
NC	13	26	59	31	23	40	10	15	74

Note : La somme des niveaux de compaction élevé, modéré et faible pour un même site (ex : centre de chemin, classe 3) ne donne pas 100 % car les données présentées sont issues d'une modélisation. Pour plus d'explications, voir section 3.1.3.

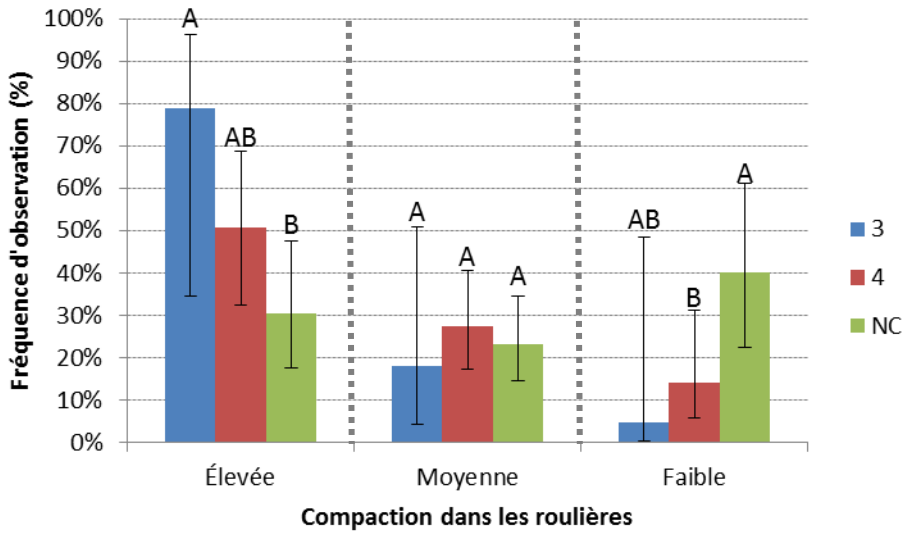


Figure 12. Fréquence d'observation du degré de compaction dans les roulières en fonction de la classe de chemin[5]

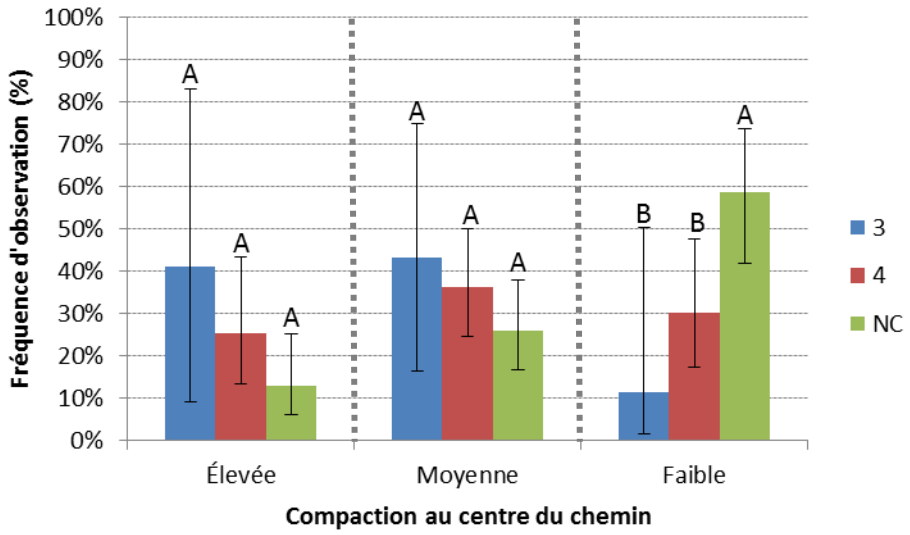


Figure 13. Fréquence d'observation du degré de compaction au centre du chemin en fonction de la classe de chemin[6]

[5] Les résultats indiquent des différences significatives au seuil α = 5 % par type de compaction.
[6] Idem que commentaire 5.

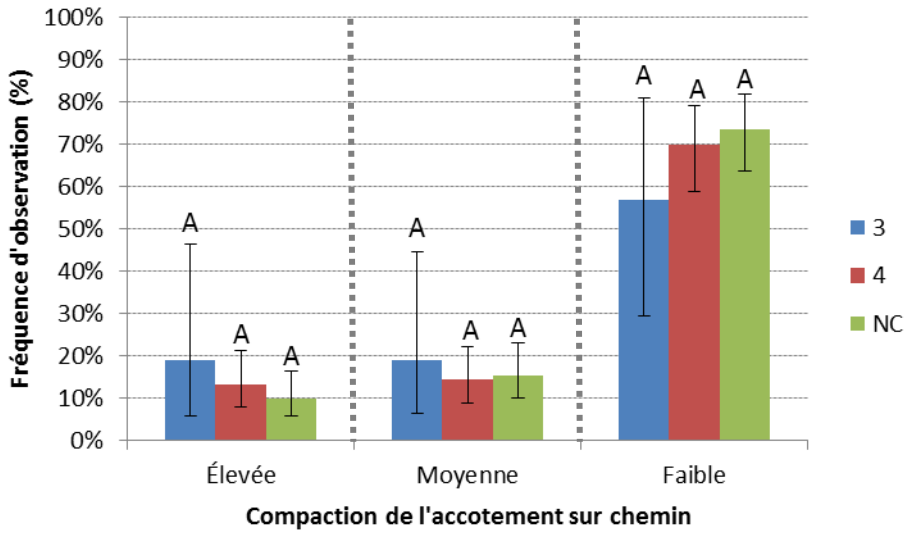


Figure 14. Fréquence d'observation du degré de compaction dans l'accotement du chemin en fonction de la classe de chemin[7]

3.2.2.6. Composition du substrat du sol

En surface, on observe en général une forte prédominance des sables et graviers (38-53 %), suivie dans des proportions à peu près similaires (environ 20-25 %) des sables ainsi que des mousses ou de la matière organique (tableau 7). On observe en effet, sur certains tronçons, un début de formation d'une nouvelle couche de matière organique, par la décomposition des mousses et le début de dépôt des aiguilles et de quelques feuilles (figures 10 a), b).

Dans la carotte, le substrat est majoritairement constitué de sables (48-81 %) et/ou de sables et graviers (19-48 %).

Tableau 7. Fréquence (%) des types de substrat en surface et dans la carotte, par classe de chemin

	Graviers > 75 %		Sables > 75%		Sables et graviers		Mousses	Matière organique	
Classe de chemin	Substrat de surface	Substrat de carotte	Substrat de surface	Substrat de carotte	Substrat de surface	Substrat de carotte	Substrat de surface	Substrat de surface	Substrat de carotte
3	13%	0%	19%	81%	44%	19%	6%	19%	0%
4	8%	3%	16%	48%	53%	48%	20%	3%	0%
NC	9%	5%	27%	61%	38%	31%	24%	2%	4%

[7] Idem commentaire 4

3.2.3. Emprise

Sur le terrain, il est intéressant de constater que la portion en bordure du chemin, qui est qualifiée d' « emprise » et qui a été évaluée à environ 15 mètres du centre du chemin, se retrouve en fait souvent incluse dans la bordure du nouveau peuplement régénéré. Les emprises dans le secteur du lac des Neiges sont donc très restreintes et se limitent souvent à la distance entre la limite de l'accotement et l'autre côté du fossé. Au-delà du fossé, commence donc généralement le nouveau peuplement régénéré. Ce constat a été confirmé par M. Éric Provost (Éric Provost[8], communication personnelle).

La présence de végétation et de broutage, la présence d'espèces végétales recherchées par l'ours noir, l'état du sol, la présence d'andains et le type de peuplement adjacent sont décrits dans les sections suivantes.

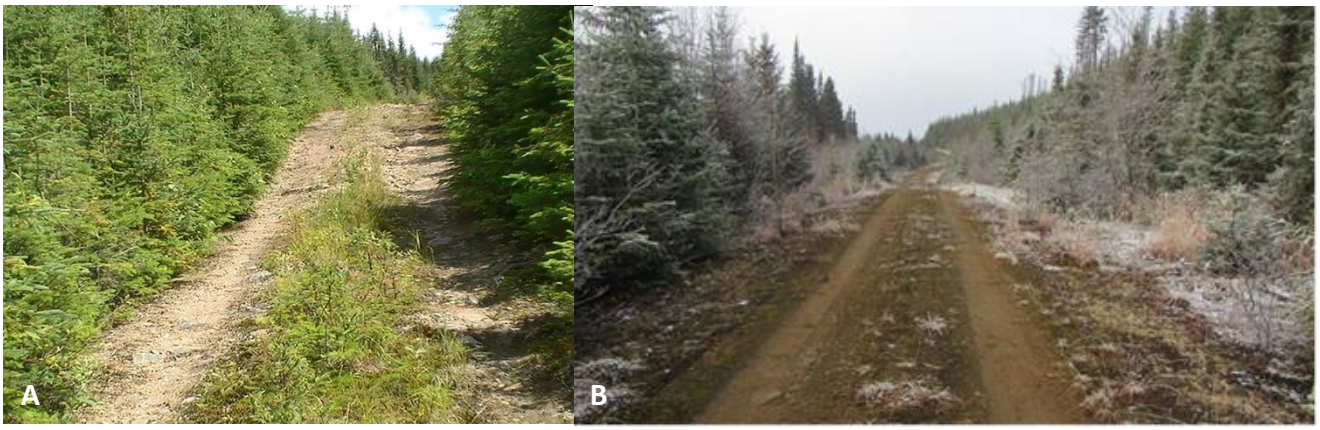
3.2.3.1. Présence de la végétation résineuse et feuillue

Le tableau 8 présente la composition de la végétation présente dans l'emprise en fonction des classes d'âge de chemin. Le portrait de la composition de la végétation arborescente de l'emprise ressemble beaucoup à celui de la surface de roulement. Ainsi, l**'épinette blanche et le sapin** sont les essences résineuses les plus fréquentes, toujours en proportions similaires (variant de 30 à 50 % selon la classe de chemin). Deux espèces feuillues dépassent les 10 % : **le bouleau blanc** est l'essence feuillue commerciale la plus présente (21-49 %) et se retrouve en proportion relativement similaire aux **saules** (présence variant entre 27 et 40 %). Il est intéressant de noter que le peuplier faux-tremble, qui était bien présent sur la surface de roulement, est marginal dans l'emprise. Les figures 15 a et b présentent des exemples d'emprise bien régénérée. La figure 16 illustre, quant à elle, une emprise mal régénérée.

[8] M. Éric Prévost a longtemps été à l'emploi de Scierie Leduc et s'occupait de la planification forestière du secteur à l'étude. Il est actuellement à l'emploi du MFFP.

Tableau 8. Coefficient de distribution des essences dans l'emprise du chemin par classe d'âge

	Classe d'âge de 5 à 15 ans						Classe d'âge de 16 à 20 ans						Classe d'âge de 21 à 25 ans					
Essence	CD semis	IC	CD gaules	IC	CD total	IC	CD semis	IC	CD gaules	IC	CD total	IC	CD semis	IC	CD gaules	IC	CD total	IC
AME	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
AUR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
BOP	40%	8%	25%	7%	49%	8%	21%	7%	9%	5%	25%	8%	16%	6%	7%	4%	21%	7%
CON	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
COS	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EPB	32%	7%	14%	5%	39%	8%	20%	7%	23%	7%	30%	8%	32%	8%	42%	8%	51%	8%
EPN	4%	3%	1%	2%	4%	3%	8%	5%	8%	5%	9%	5%	3%	3%	2%	2%	5%	4%
EPR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ERE	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MEL	5%	3%	2%	2%	7%	4%	1%	2%	0%	0%	1%	2%	5%	4%	8%	4%	10%	5%
PEB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PET	6%	4%	3%	3%	8%	4%	0%	0%	1%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	3%	3%
SAB	32%	7%	22%	6%	38%	7%	27%	8%	20%	7%	32%	8%	36%	8%	40%	8%	47%	8%
SAL	37%	7%	7%	4%	40%	8%	25%	8%	7%	5%	27%	8%	24%	7%	11%	5%	28%	8%
SAP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SOA	2%	2%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%
SUA	5%	3%	1%	2%	6%	4%	2%	3%	0%	0%	2%	3%	5%	4%	1%	1%	5%	4%
Feuillus	**65%**	**7%**	**30%**	**7%**	**72%**	**7%**	**39%**	**9%**	**16%**	**6%**	**45%**	**9%**	**37%**	**8%**	**17%**	**6%**	**46%**	**8%**
Résineux	**50%**	**8%**	**34%**	**7%**	**58%**	**8%**	**40%**	**9%**	**35%**	**8%**	**47%**	**9%**	**52%**	**8%**	**58%**	**8%**	**69%**	**8%**



Figures 15 a), b) Exemples d'emprises bien régénérées

Figure 16. Exemple d'emprise mal régénérée

Tout comme les résultats obtenus pour la surface de roulement, les analyses statistiques n'ont pas mis en évidence d'effet significatif de la classe de chemin sur le coefficient de distribution des gaules et semis alors que la classe d'âge a permis d'expliquer significativement les variations du coefficient de distribution. La probabilité de présence de la végétation résineuse et feuillue est présentée aux figures 17 à 20.

La présence des **gaules résineuses** est supérieure dans les vieux chemins (21-25 ans, CD = 58 %) que dans les plus jeunes chemins (< 20 ans, CD = 35 %). À l'exception des plus vieux chemins, le coefficient de distribution reste globalement limité, toujours inférieur à 40 % (figure 17). La présence des **gaules et semis résineux** suit la même tendance que les gaules seules, avec une

présence moindre dans les chemins de moins de 20 ans (47-58 %) et significativement supérieure dans les vieux chemins (CD = 69 %) (figure 18). Contrairement à la surface de roulement, l'âge des chemins influence aussi la présence des feuillus dans l'emprise (figure 19). On observe davantage de **gaules feuillues** sur les chemins les plus jeunes (ceux de moins de 16 ans) (CD = 30 %) que sur les chemins de plus de 16 ans (CD=17 %). Globalement, la présence des gaules feuillues est faible. Enfin, la présence des **gaules et semis feuillus** est aussi supérieure sur les chemins de moins de 16 ans (CD = 72 %) que sur les chemins de plus de 16 ans (CD = 46 %) (figure 20).

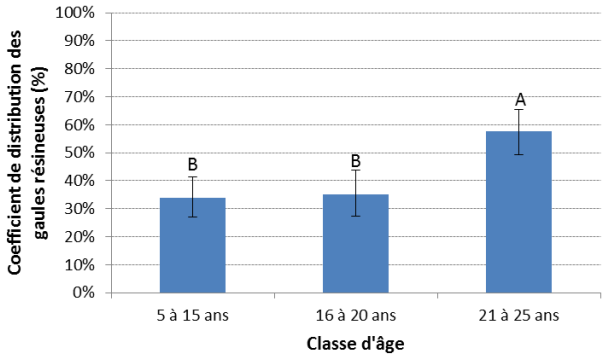


Figure 17. Coefficient de distribution des gaules résineuses dans l'emprise du chemin en fonction des classes d'âge

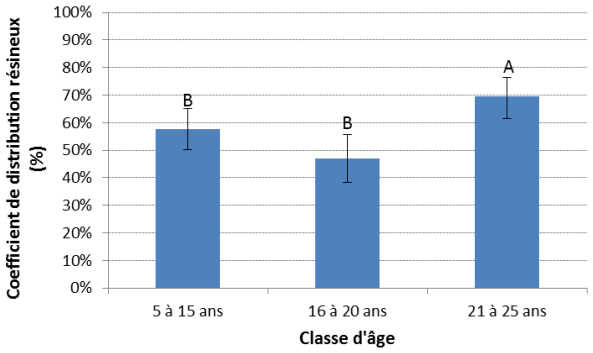


Figure 18. Coefficient de distribution des gaules et semis résineux dans l'emprise du chemin en fonction des classes d'âge

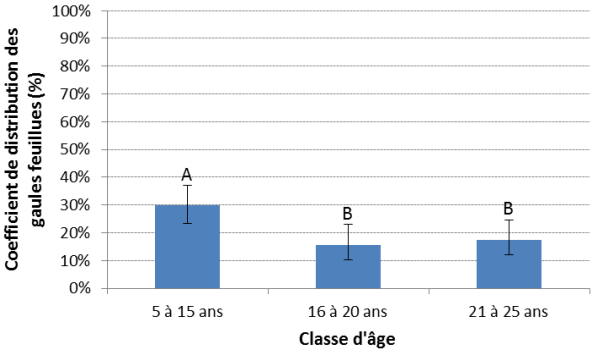


Figure 19. Coefficient de distribution des gaules feuillues dans l'emprise du chemin en fonction de la classe d'âge

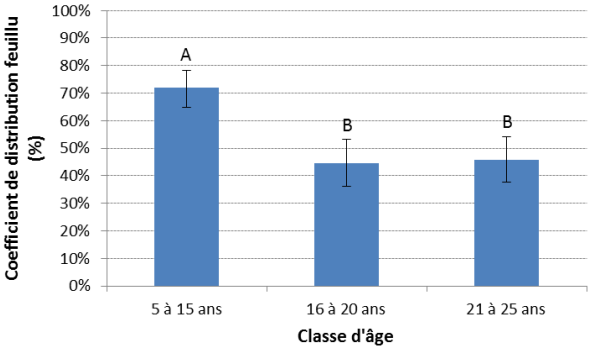


Figure 20. Coefficient de distribution des gaules et semis feuillus dans l'emprise du chemin en fonction de la classe d'âge

3.2.3.2. Broutage des tiges feuillues

Des observations terrain ont mis en évidence la présence d'un broutage intense des tiges feuillues, jusqu'aux stades de mutilation et de mortalité des tiges. La présence de cervidés et surtout de l'orignal a été observée à plusieurs reprises dans le secteur, comme en témoignent les figures 21 a) et b).

Figures 21 a) et b) Présence d'orignaux et marque de broutage

3.2.3.3. Présence d'espèces végétales recherchées par l'ours noir

Le tableau 9 présente les pourcentages de recouvrement de 3 essences recherchées par l'ours noir. La présence totale de ces essences varie en général entre 25 et 64 % selon la classe et l'âge des chemins. Tout comme sur la surface de roulement, les valeurs les plus élevées (≥ 49 %) se retrouvent dans les 3 classes de chemin et dans les 3 classes d'âge. L'âge et la classe de chemin ne semblent donc pas influencer clairement la présence de ces espèces dans l'emprise des chemins. Les observations indiquent que les graminées sont parmi les essences les plus fréquentes, avec un taux de recouvrement variant entre 12 et 31 % (à l'exception des chemins non classés de 16-20 ans où le taux est très faible, soit de 3 %). Beaucoup plus présente dans l'emprise que sur la surface de roulement, la ronce du Mont Ida (*Rubus Idaeus)* a un taux de recouvrement supérieur dans les chemins récents (12-39 % dans les 5-15 ans), qui dépasse celui des graminées. Le taux est par contre inférieur à 10 % dans les chemins plus vieux (16-25 ans).

Les *ribes* ont un taux très faible en général (≤ 6 %), à deux exceptions près (16 % dans la classe 3 de 16-20 ans et 28 % dans la classe 3 de 21-25 ans) et l'airelle fausse-myrtille (*Vaccinum myrtilloides)* est toujours marginale dans le secteur du lac des Neiges (0-8 %). Les figures 22 a) et b) illustrent la présence des ronces du Mont Ida et de graminées colonisant l'emprise.

Tableau 9. Pourcentage de recouvrement moyen (%) des espèces favorables à l'ours noir par classes d'âge et de chemin pour l'emprise des chemins inventoriés

		Classe de chemin					
		Classe 3		Classe 4		Non classé	
Classe d'âge	**Essence**	**Recouvr. moyen**	**IC**	**Recouvr. moyen**	**IC**	**Recouvr. moyen**	**IC**
5 à 15 ans	*Vaccinum myrtilloides*	0	0	1	2	1	2
	Rubus Idaeus	12	10	25	7	39	9
	Graminoïdes	12	11	20	6	18	7
	Ribes	2	2	3	2	6	3
	Toutes essences	**25**	**14**	**49**	**8**	**64**	**9**
16 à 20 ans	*Vaccinum myrtilloides*	0	0	0	0	0	0
	Rubus Idaeus	6	6	9	5	10	7
	Graminoïdes	31	18	20	8	3	3
	Ribes	16	11	4	2	1	1
	Toutes essences	**54**	**17**	**32**	**9**	**14**	**8**
21 à 25 ans	*Vaccinum myrtilloides*	2	4	8	4	1	1
	Rubus Idaeus	3	4	4	4	7	4
	Graminoïdes	20	19	12	8	17	7
	Ribes	28	19	2	1	4	2
	Toutes essences	**53**	**22**	**26**	**10**	**29**	**8**

Figures 22 a) et b) Ronces du Mont Ida et graminées présentes dans l'emprise du chemin

3.2.3.4. État du sol

L'état du sol a été évalué en fonction de la présence de microsites propices à la mise en terre de plants. Les microsites sont bien représentés dans l'emprise, avec une fréquence de présence toujours supérieure à 63 % (tableau 10). Les valeurs les plus faibles (< 75 %) se retrouvent dans toutes les classes de chemin et dans deux classes d'âge sur trois (63 % dans 5-15 ans-classe 4; 68 % dans 21-25 ans-classe 3; 71 % dans 21-25 ans-non classé). Bien que la classe d'âge de 5 à 15 ans présente légèrement moins de microsites propices à la plantation, il ne ressort pas de grandes tendances pouvant expliquer des différences selon la classe ou l'âge des chemins.

Tableau 10. Fréquence (%) des microsites dans l'emprise des chemins par classe d'âge et classe de chemin

	Classe de chemin			
Classe d'âge	**3**	**4**	**NC**	**Total**
5 à 15 ans	78	63	76	**69**
16 à 20 ans	100	89	80	**89**
21 à 25 ans	71	81	68	**85**
Total	**84**	**75**	**73**	

3.2.3.5. Présence des andains

Jusqu'en 2001, le bois était systématiquement récolté avec des abatteuses-groupeuses selon le mode par arbre entier. Les arbres étaient alors ébranchés au bord du chemin et les déchets de coupe étaient rassemblés dans des andains. Dans ce secteur, les andains étaient placés le côté long parallèlement au chemin, à cause de la présence importante de débris de coupe. À partir de 2001,

les premières multifonctionnelles sont entrées dans le secteur et en 2004-2005, l'ensemble du parc de machinerie était équipé en multifonctionnelles. La formation d'andains sur le bord des chemins a donc diminué à partir de 2001 pour totalement disparaître en 2005 (Éric Provost, communication personnelle). Ainsi, dans le cas de la classe d'âge de chemins la plus jeune (5-15 ans), certains tronçons situés dans les secteurs récoltés après 2005 ne présentent pas d'andains.

Le portrait des andains recensés lors de l'inventaire est présenté dans le tableau 11. Ces résultats montrent que la présence des andains varie beaucoup selon la classe d'âge des chemins et qu'ils sont nettement plus présents dans les chemins les plus jeunes (63 %) que dans les plus vieux (14 %). Un phénomène pouvant s'expliquer par une décomposition plus avancée dans les classes d'âge les plus vieilles. Par ailleurs, le nombre élevé d'andains observé dans les micro-placettes de la classe d'âge de 5 à 15 ans explique en partie le faible coefficient de distribution de la régénération résineuse.

Tableau 11. Fréquence (%) des andains observés dans l'emprise des chemins le long du tronçon inventorié et dans les micro-placettes par classe d'âge

Classe d'âge	Fréquence d'observation des andains dans la virée	Fréquence d'observation des andains dans les micro-placettes
5-15 ans	63	51
16-20 ans	32	21
21-25 ans	14	13
Total	**41**	**33**

3.2.3.6. Composition des peuplements adjacents aux chemins

Les peuplements adjacents aux chemins sont, pour plus de 90 %, de composition résineuse pure (figure 23). Les peuplements de moins de 7 m et plus de 7 m sont représentés en proportions similaires, avec une prédominance des peuplements de 4 à 7 m (39 %), suivis de ceux de 12 à 17 m (29 %) (figure 24). Les figures 25 a) et b) illustrent bien le type de peuplement pouvant se situer en bordure des emprises.

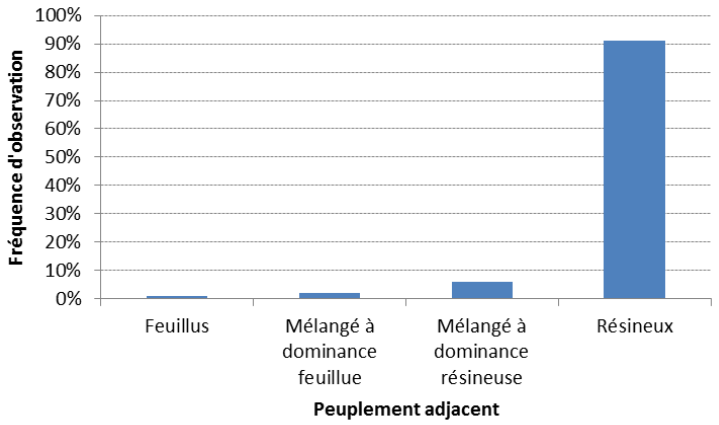


Figure 23. Type des peuplements adjacents aux chemins

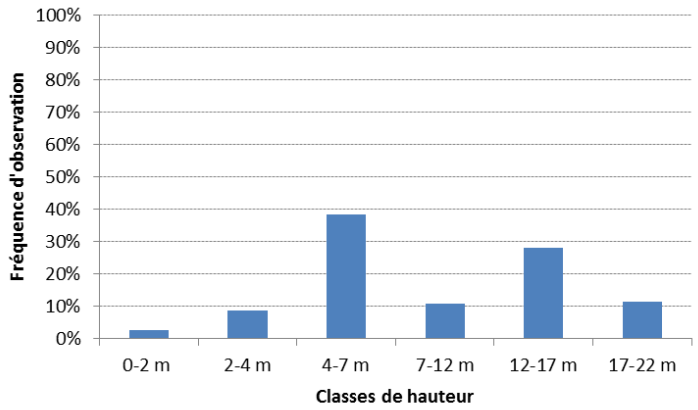


Figure 24. Hauteur dominante des peuplements adjacents

Figures 25 a) et b) Chemins bordés d'un peuplement résineux pur

3.3. DISCUSSION

La discussion est orientée de manière à répondre aux différentes hypothèses de travail en distinguant la surface de roulement et l'emprise.

3.3.1. Surface de roulement

La présence de végétation, l'état du sol et un bilan diagnostic sont décrits dans les sections suivantes.

3.3.1.1. Présence de végétation

L'absence d'effet significatif de la classe des chemins sur le portrait de la végétation peut s'expliquer par les faibles différences existant entre les trois classes de chemin présentes sur le territoire d'étude. En effet, en 2014, les portraits des 3 classes de chemin se ressemblent beaucoup. Les résultats indiquent une même largeur de surface de roulement (elle varie de 4,1 à 4,5 m pour les 3 classes) et une même composition du substrat de surface et de la première couche de sol.

Selon Éric Provost (communication personnelle), ces trois classes de chemin pouvaient présenter certaines différences lors de leur construction, notamment en ce qui concerne les rayons de courbure, les pentes et les espacements entre les espaces de dépassement. La largeur de la surface de roulement pouvait également varier (maîtres chemins plus larges que les fourches, elles-mêmes plus larges que les fonds de fourches), mais jamais autant que le mentionnent les caractéristiques actuelles de construction des classes de chemins (7,5 m pour les classes 3, 5,5 m pour les classes 4 et < 5,5, m pour les NC : voir tableau 1). Les matériaux de construction utilisés étaient de plus identiques pour les trois classes de chemins. Ces constats ont une incidence directe sur la capacité d'accueil du milieu pour la végétation (microsites favorables), qui ne devait alors pas différer beaucoup selon la classe des chemins. Ainsi, même si les trois classes de chemins pouvaient présenter des différences au moment de leur construction, ces dernières se sont estompées avec le temps et n'auraient pas eu d'incidence directe sur la colonisation de la surface de roulement par la végétation.

Un effet significatif de l'âge des chemins sur la régénération résineuse a été mis en évidence. Par contre, même si le portrait des chemins varie selon leur âge, la présence des gaules est toujours faible, soit inférieure à 34 %. Dans le cas de la régénération totale, elle est supérieure dans les chemins de plus de 16 ans (71 %) comparativement aux plus jeunes (55 % dans les 5-15 ans). Ce gradient de présence de la régénération résineuse, qui augmente avec l'âge du chemin, s'explique par la dynamique d'installation et la croissance de la régénération. En effet, plus le temps passe, plus on observe de recrutement de nouveaux semis et plus la régénération croît, faisant alors augmenter la présence des gaules. Par contre, des observations visuelles faites sur le terrain ont montré que les semis étaient souvent de très petite taille et chlorosés. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette situation, comme la fréquentation importante des chemins du secteur et la pauvreté du milieu de croissance que constituent les chemins (compaction élevée du sol, substrat pauvre). Ainsi, même si on observe un coefficient de distribution total des essences résineuses qui pourrait être jugé suffisant pour assurer un plein boisement de la surface de roulement (CD > 60 %), le portrait actuel laisse présager que les délais de fermeture naturelle de chemins seront très longs. Des travaux de reboisement sur les surfaces de roulement, quels que soient l'âge et la classe des chemins, sont donc systématiquement à prévoir si l'on souhaite remettre en production les surfaces de roulement.

Pour la régénération feuillue, sa présence est semblable quels que soient l'âge et la classe des chemins (aucun effet significatif de ces deux paramètres). La régénération feuillue demeure majoritairement de petite taille, puisque les gaules sont très minoritaires. Les causes pouvant expliquer la faible présence des feuillus et leur taille réduite sont les mêmes que celles décrites pour les résineux, auxquelles s'ajoutent le broutage très intense (figures 21 b)) qui est présent sur le territoire et les conditions climatiques rigoureuses de la sous-région 5e-S, que les feuillus supportent moins bien que les résineux (altitude moyenne de 850 m; température moyenne annuelle de 0 à -2,5°C; très courte saison de croissance de 130 à 140 jours avec 1 600°C degrés-jours de croissance). Devant la présence limitée des gaules feuillues, aucun nettoiement des tiges feuillues ne s'avère nécessaire.

Les essences recherchées par les ours noirs sont peu fréquentes, avec un taux de recouvrement toujours inférieur à 20 %. La surface de roulement ne constitue donc pas un endroit où les ours

noirs peuvent être particulièrement attirés par de la nourriture potentielle. Aucune intervention n'est donc recommandée pour limiter leur présence.

3.3.1.2. État du sol

Le substrat de surface et dans la première couche du sol est relativement constant (tableau 7) Les résultats indiquent une même composition du substrat de surface (présence majoritaire des sables et graviers et présence marginale des mousses pour toutes les classes) et une même composition du substrat de la première couche de sol (présence majoritaire des sables et graviers et des sables dominants).

Selon Éric Provost (communication personnelle), les matériaux de construction utilisés étaient identiques pour les trois classes de chemins, toujours constitués de graviers et de matériaux plus fins, prélevés sur les côtés du chemin en construction. Cela signifie que les matériaux présents sous la surface de roulement présentent les mêmes caractéristiques pour tous les chemins. De plus, le substrat présent sous la surface de roulement est de texture grossière, comme le sont les dépôts meubles que l'on retrouve à proximité des chemins. La fine couche de matière organique présente a été, quant à elle, enlevée au moment de la construction du chemin et déposée aux abords du chemin (dans le fossé ou au-delà). Aucune nouvelle couche ne s'est reconstituée avec le temps et un apport de matière organique serait donc à envisager si l'on souhaite remettre en production les chemins.

En ce qui concerne le niveau de compaction de la surface de roulement, des différences significatives selon la classe du chemin ont été observées (figures 12 et 13). Le niveau de compaction faible est plus fréquent dans les chemins non classés (40 % dans les roulières, 59 % au centre) que dans les chemins de classe 3 (5 % dans les roulières, 11 % au centre). Les chemins de classe 4 se situent entre les deux. À l'inverse, on observe une fréquence plus grande du degré de compaction élevé dans les chemins de classe 3 que dans les chemins non classés. Ces différences ne peuvent s'expliquer par l'utilisation de matériaux de construction différents. On pose donc l'hypothèse qu'elles proviennent d'une fréquentation différente des 3 classes de chemin par les véhicules motorisés. En effet, ce secteur est reconnu pour être un haut lieu de fréquentation des chasseurs, des pêcheurs, et d'autres utilisateurs tels que des membres des

nations huronne-wendat et innue. De plus, comme il faut passer par un chemin de classe 3 pour se rendre sur un chemin de classe 4, et par un chemin de classe 4 pour se rendre sur un non classé, les chemins de classe 3 sont plus fréquentés que les chemins de classe 4 et les non classés sont les moins fréquentés. Comme la fréquentation d'un chemin a un impact direct sur la compaction de la surface de roulement, il est cohérent que les chemins de classe 3 qui sont toujours beaucoup utilisés soient plus compactés que les non classés. Un niveau de compaction faible correspondant à un sol dans lequel une carotte de plantation peut pénétrer sur une profondeur d'au moins 11 cm est requis pour une mise en terre de plants de petite dimension sans qu'une préparation de terrain ne soit nécessaire. Comme la fréquence du niveau de compaction faible est toujours inférieure à 60 % au centre et dans les roulières quelle que soit la classe du chemin, il est recommandé de faire des travaux de préparation de terrain sur l'ensemble des chemins du secteur, si l'on souhaite les remettre en production. Les travaux ne sont par contre peut-être pas requis ou pourraient être plus légers dans l'accotement, où la fréquence du niveau de compaction faible est de l'ordre de 70 %.

3.3.1.3. Bilan diagnostic des besoins d'intervention

Les tableaux 12 et 13 présentent un bilan diagnostic des conditions du sol et de la végétation présente sur la surface de roulement sous forme de tableaux synthèses.

Tableau 12. Bilan diagnostic des conditions du sol

	Roulières	Centre du chemin	Accotement
% compaction faible	Cl. 3 : 5% Cl. 4 : 14% NC : 40%	Cl. 3-4 : 11-30% NC : 59%	Cl. 3, 4, NC : 57-74%
Composition du substrat	Surface : surtout sables et graviers; mousses et matière organique dans 1/5 à 1/4 des cas Carotte : sables et/ou sables et graviers		
Bilan diagnostic	● Niveau de compaction faible insuffisamment représenté ● Matériaux utilisés pour la construction des chemins provenant du secteur (graviers et matériaux plus fins)		● Une compaction faible domine
	➡ **Travaux de préparation de terrain requis avant la mise en terre de plants, pour casser la couche indurée de la surface de roulement** ➡ **Amendement recommandé**		

Tableau 13. Bilan diagnostic de la végétation présente

	Classe d'âge des chemins		
	5-15 ans	**16-20 ans**	**21-25 ans**
CD gaules résineuses	**< 15%**		**33%**
CD total résineux	**55%**	**71%**	
CD gaules feuillues	**< 14%**		
CD total feuillu	**72-80%**		
% recouvr. ess. ours	**12-20% (surtout graminées)**		
Bilan diagnostic	● Régénération résineuse insuffisante (CD_{tot}<60%) et de faible vigueur	● À ces stades (plus de 15 ans après coupe), en plus de présenter des semis chlorosés, les gaules résineuses sont en quantité insuffisante (CD_{gaules} < 35%)	
	● Régénération feuillue très présente, mais surtout des semis et beaucoup de broutage : peu de problèmes d'envahissement des feuillus ● Présence relativement faible des essences recherchées par les ours noirs		
	● Processus de fermeture naturelle des chemins très lent, que ce soit par les essences résineuses ou feuillues ➡ **Besoin de reboisement quels que soient la classe et l'âge des chemins (préparation de terrain requise au préalable)** ➡ **Aucun besoin de nettoiement (suppression des feuillus)**		

3.3.2. Emprise

La présence de végétation, les caractéristiques du milieu physique et un bilan diagnostic sont décrits dans les sections suivantes.

3.3.2.1. Présence de végétation

L'absence de différence significative concernant la présence de la régénération selon la classe de chemin s'explique par les mêmes arguments que ceux détaillés pour la surface de roulement. En effet, l'absence de différence majeure au niveau des modalités de construction entre les trois classes de chemin présentes (en particulier la largeur des chemins et la faible largeur de l'emprise, créant des conditions relativement semblables d'ouverture) fait en sorte que la végétation ne présente pas de différence significative selon la classe de chemin.

La présence d'un effet de l'âge des chemins sur la régénération résineuse montre que les emprises des vieux chemins sont mieux régénérées que pour les autres chemins. Dans les vieux chemins, le coefficient de distribution total, évalué à 69 %, dépasse même le seuil de 60 % requis

pour justifier de ne pas effectuer de travaux de plantation ou d'enrichissement. De plus, la proportion de grandes tiges est élevée (59 % de gaules). Ainsi, dans le cas des chemins de plus de 20 ans, aucune opération d'enrichissement ne serait nécessaire si l'on souhaitait remettre en production l'emprise du chemin. Dans le cas des chemins plus jeunes que 20 ans, le coefficient de distribution total moyen varie de 47 à 58 %. Il peut alors être recommandé de réaliser un enrichissement pour atteindre au moins le seuil de 60 % de coefficient de distribution dans l'emprise. En présence d'un coefficient de distribution s'approchant de 60 %, il peut aussi être envisagé de ne rien faire, si l'on suppose que de nouveaux semis s'installeront avec le temps. Tout comme pour la surface de roulement, la présence plus forte, dans les plus vieux chemins, des gaules résineuses et de la régénération résineuse en général s'explique facilement par la dynamique d'installation et la croissance de la régénération. Les essences habituellement utilisées pour le reboisement dans ce secteur sont majoritairement l'épinette blanche, ainsi que l'épinette noire dans les milieux plus humides (É. Provost, communication personnelle).

Dans bien des cas, l'emprise était très étroite. Le peuplement récolté adjacent au chemin commençait au-delà du fossé et a fait l'objet d'un reboisement si cela était nécessaire. Le portrait de la régénération dans l'emprise se confond donc avec celui de la bordure du peuplement récolté.

En ce qui concerne la régénération feuillue, on observe un portrait opposé à celui de la régénération résineuse : la présence des gaules et semis feuillus est supérieure dans les chemins les plus récents et moindre dans les chemins de plus de 16 ans (figures 18 et 19). Cette différence concorde avec la dynamique d'installation des feuillus intolérants qui se fait massivement immédiatement après une perturbation majeure. Avec le temps, les résineux croissent et le milieu se referme progressivement et devient alors de moins en moins favorable aux feuillus intolérants. Dans tous les cas, la régénération feuillue de l'emprise demeure majoritairement de petite taille, puisque les gaules sont minoritaires. La présence des essences feuillues est aussi très limitée dans les bordures des peuplements adjacents, puisque presque tous les peuplements adjacents (> 90 %) sont qualifiés de résineux purs (figure 23). La croissance de la régénération feuillue ainsi que les conditions de survie semblent donc limitées. Les causes possibles de cette situation sont des conditions climatiques rigoureuses (altitude moyenne de 850 m; température moyenne annuelle

de 0 à -2,5°C; très courte saison de croissance de 130 à 140 jours) et surtout le broutage intense qui est présent sur le territoire. Comme les gaules feuillues sont relativement peu présentes (CD des gaules < 31 %) et la régénération totale est fortement broutée, aucun nettoiement des tiges feuillues dans l'emprise ne s'avère nécessaire. Une observation visuelle du territoire a permis de constater par contre que certains chemins de débardage sont totalement régénérés en feuillus (absence de reboisement après coupe), et il serait intéressant d'évaluer les besoins en nettoiement des feuillus dans les parterres de coupe régénérés.

Les essences recherchées par les ours noirs sont plus fréquentes dans l'emprise que sur la surface de roulement, avec un taux de recouvrement généralement compris entre 25 et 64 %. Les graminées sont les plus présentes dans la plupart des cas, avec un CD compris entre 12 et 30 %, à l'exception de l'emprise des jeunes chemins où la ronce du Mont Ida domine. Cette présence s'explique par la dynamique d'installation de ces espèces, qui colonisent rapidement les milieux ouverts et voient leur présence diminuer lorsque le milieu se referme. Les graminées sont particulièrement visibles dans les milieux perturbés (autour des fossés).

Or, il a été démontré que les ours noirs effectuaient des migrations en altitude au printemps, pour la recherche de graminées hautement digestibles dans leur diète printanière. Cette sélection d'habitats les conduit dans les secteurs de mise bas des femelles caribou, qui choisissent elles aussi les plus hautes altitudes pour éviter le loup gris (Mosnier *et al.*, 2008). De plus, la mortalité des faons serait corrélée à la sélection d'habitats des aires de mise bas par les femelles, situées dans les secteurs de coupes de moins de 5 ans. Ces secteurs constitueraient des trappes écologiques présentant un plus grand risque de prédation par l'ours noir dans Charlevoix (Leclerc *et al.*, 2014). Ces mêmes auteurs ont aussi émis l'hypothèse que les risques de prédation des faons par l'ours noir étaient plus élevés le long des routes, puisque ces écotones étaient très productifs en nutriments pour l'ours noir au printemps.

Ainsi, la présence de graminées pose problème au printemps, et plus particulièrement pendant la période suivant la naissance des jeunes faons où ils sont plus vulnérables à l'ours noir. Avec une présence non négligeable en graminées en bordure des chemins inventoriés, il serait alors souhaitable, si l'on veut diminuer la prédation des faons par l'ours noir, de mettre en place des

mesures pour limiter la présence des graminées dans les secteurs de mise bas. Le désherbage des graminées pourrait donc être envisagé, mais constituerait une intervention très dispendieuse, devant être répétée fréquemment. Le reboisement en essences résineuses permettrait également d'assurer à moyen terme la fermeture du couvert et donc de limiter la présence des graminées qui envahissent les milieux ouverts. Cette seconde mesure devrait être privilégiée.

3.3.2.2. Caractéristiques du milieu physique

La présence importante des microsites (tableau 10), comprise entre 69 et 89 % selon la classe d'âge ou la classe de chemin, montre qu'aucune préparation de terrain n'est requise, s'il est envisagé de mettre en terre des plants pour augmenter le coefficient de distribution de la régénération résineuse.

La présence des andains est nettement supérieure dans les chemins les plus récents que dans les plus vieux, et cela malgré le fait que la méthode d'accumulation des déchets de coupe en andains n'a plus été utilisée durant les 5 dernières années de la période correspondant à la classe d'âge la plus récente (5-15 ans) (tableau 11). Ce résultat s'explique néanmoins facilement par l'action du temps qui favorise la décomposition des déchets de coupe. Ainsi, 20 ans après la récolte, les déchets de coupe sont devenus presque inexistants ou ont été ensevelis sous une végétation qui s'est installée par-dessus et ne les rend plus visibles. Dans les emprises des chemins plus récents (moins de 20 ans), des andains sont présents chez le tiers ou les deux tiers des tronçons inventoriés. Il est intéressant de constater que la présence des andains dans les micro-placettes est supérieure dans les chemins les plus récents (5-15 ans) et que ces chemins présentent la plus basse fréquence de microsites propices à la plantation (69 % pour les plus jeunes chemins *versus* plus de 85 % pour les chemins plus âgés). Ces résultats confirment que la présence d'andains influence négativement la présence des microsites. La réduction de la présence des andains permettrait certainement d'augmenter les microsites.

3.3.2.3. Bilan diagnostic des besoins d'intervention

Le tableau 14 résume les différentes situations observées sous forme de bilan diagnostic en ce qui concerne les microsites, la présence des andains et la végétation résineuse et feuillue dans l'emprise des chemins.

Tableau 14. Bilan diagnostic des situations observées dans l'emprise

	Classe d'âge des chemins		
	5-15 ans	**16-20 ans**	**21-25 ans**
Fréquence des microsites	**69-89%**		
Fréquence des andains : *le long des tronçons inventoriés *dans les micro-pe	**62%** **51 %**	**30%** **21%**	**7%** **13%**
CD gaules résineuses	**< 35%**		**58%**
CD total résineux	**47-58%**		**69%**
CD gaules feuillues	**30%**	**17%**	
CD total feuillu	**72%**	**46%**	
% recouvr. ess. ours	**25-50% (surtout graminées)**		
Composition de la bordure du peuplement adjacent	**Type résineux pur > 90%**		
Bilan diagnostic	● Présence suffisante de microsites de plantation		
	● Présence d'andains	● Présence marginale ou limitée des andains	
	● Régénération résineuse insuffisante ou limite (CD_{tot}<60%)		● Régénération résineuse satisfaisante (CD_{gaules} = 58%)
	● Régénération feuillue importante mais surtout des semis et beaucoup de broutage	● Régénération feuillue modérément présente mais surtout des semis et beaucoup de broutage : peu de problèmes d'envahissement des feuillus et de compétition	
	● Présence des espèces recherchées par les ours noirs pouvant être importante		
	➡ **Aucune préparation de terrain nécessaire pour augmenter la présence des microsites**		
	➡ **Possibilité d'étaler des résidus de coupe restants pour augmenter les microsites si souhaité**	➡ **Aucune intervention requise sur les andains**	
	➡ **Enrichissement possible pour les chemins de moins de 20 ans** afin de dépasser le seuil de 60%. Mais possibilité également de laisser croître et d'installer la régénération naturelle sans intervention humaine		➡ **Aucun enrichissement requis dans les chemins de plus de 20 ans**
	➡ **Aucun besoin de nettoiement (suppression des feuillus) car régénération fortement broutée** ➡ **Désherbage des graminées recherchées par les ours noirs (mais coûts élevés; privilégier l'enrichissement pour lutter contre les graminées)**		

3.3.3. Réponse aux hypothèses

Les réponses aux hypothèses reposent sur les éléments de discussion présentés précédemment.

Hypothèse 1 : Plus les chemins sont anciens, plus la présence des essences résineuses et feuillues est importante.

OUI pour les résineux, NON pour les feuillus

Cette hypothèse est confirmée pour les essences résineuses, que ce soit sur la surface de roulement ou dans l'emprise : les chemins les plus anciens (21-25 ans) ont une présence supérieure en gaules ainsi que de la régénération résineuse en général que dans les chemins plus jeunes (5-20 ans) (figures 6, 7, 17 et 18). La régénération résineuse totale est également supérieure dans les chemins âgés de plus de 16 ans que dans ceux de moins de 16 ans. Ce gradient de présence de la régénération résineuse, qui augmente avec l'âge du chemin, s'explique par la dynamique d'installation et la croissance de la régénération. En effet, plus le temps passe, plus on observe de recrutement de nouveaux semis et plus la régénération croît, faisant alors augmenter la présence des gaules.

Cette hypothèse n'est pas confirmée pour les essences feuillues :

- Sur la surface de roulement, aucun effet significatif de l'âge des chemins sur la régénération feuillue n'a été mis en évidence (figures 8 et 9).
- Dans l'emprise, l'âge des chemins influence bel et bien de manière significative la présence de la régénération feuillue. Par contre, on observe une présence supérieure des gaules feuillues ainsi que de la régénération feuillue en général dans les chemins les plus jeunes (5-15 ans) que dans les plus vieux (16-25 ans) (figures 19 et 20).

Les causes pouvant expliquer la faible présence systématique des feuillus sur la surface de roulement sont la fréquentation importante des chemins du secteur, la pauvreté du milieu de croissance que constituent les chemins (compaction élevée du sol, substrat pauvre), les conditions climatiques rigoureuses de la sous-région 5eS et surtout le broutage très intense occasionné par l'orignal.

Dans le cas de l'emprise, la présence supérieure des feuillus dans les jeunes chemins concorde avec la dynamique d'installation des feuillus intolérants, qui se fait massivement immédiatement après une perturbation majeure. Avec le temps, les résineux croissent et le milieu se referme progressivement et devient alors de moins en moins favorable aux feuillus intolérants. Le broutement intense des gaules feuillues par l'orignal contribue aussi à leur mortalité.

<u>Hypothèse 2 :</u> Moins la structure du chemin est élaborée, plus la présence des essences résineuses et feuillues est importante.

NON

La classe des chemins n'influence pas de manière significative la présence des essences, qu'elles soient commerciales, non commerciales, feuillues ou résineuses. L'absence d'effet significatif de la classe des chemins sur le portrait de la végétation peut s'expliquer par les faibles différences existant entre les trois classes de chemin présentes sur le territoire d'étude. En effet, en 2014, les portraits des 3 classes de chemin se ressemblent beaucoup. Les résultats indiquent une même largeur de surface de roulement (elle varie de 4,1 à 4,5 m pour les 3 classes) et une même composition du substrat de surface et de la première couche de sol.

<u>Hypothèse 3 :</u> Les peuplements adjacents sont dominés par des essences feuillues (prépondérance des types feuillus et mélangés dominés par les feuillus).

NON

La bordure des peuplements adjacents est, dans plus de 90 % des cas, de composition résineuse pure (figure 23). Cette prédominance de tiges résineuses dans les peuplements adjacents aux chemins s'explique par le succès de la régénération résineuse après coupe. Une partie des tiges résineuses régénérées provient du succès de la régénération naturelle (régénération préétablie). De plus, des travaux d'enrichissement ont été réalisés après coupe, pour atteindre les coefficients de distribution résineuse ciblés. Finalement, cette régénération résineuse n'a pas dû souffrir, en jeune âge, d'une compétition exercée par des tiges de feuillus à croissance rapide.

<u>Hypothèse 4 :</u> La présence de feuillus commerciaux et non commerciaux est importante dans les emprises de chemin.

NON

La présence de gaules feuillues est globalement limitée (< 30 %) (figures 19 et 20). Cette situation s'explique par le succès de la régénération résineuse après coupe dans les emprises. Dans la majorité des cas, les emprises sont étroites et le peuplement adjacent commence alors de l'autre côté du fossé. Les emprises se confondent donc avec le peuplement adjacent, qui a fait l'objet d'enrichissement lorsque la régénération naturelle était insuffisante. Les impacts du broutement intense par l'orignal contribuent également à la mortalité des gaules de feuillus.

<u>Hypothèse 5 :</u> Moins la structure du chemin est élaborée, plus le substrat de plantation est favorable.

OUI

Les chemins dont la structure est la moins élaborée (non classés) présentent la fréquence la plus élevée de niveau de compaction faible, qui correspond à un substrat de plantation favorable (figures 12, 13 et 14). Cette situation peut s'expliquer par une fréquentation différente des 3 classes de chemin par les véhicules motorisés. Comme ce secteur est fortement fréquenté et que la fréquentation d'un chemin a un impact direct sur la compaction de la surface de roulement, il est cohérent que les chemins de classe 3 qui sont plus utilisés que les autres, de par leur position hiérarchique dans le réseau de chemins, soient plus compactés que les non classés.

<u>Hypothèse 6 :</u> Plus les chemins sont anciens, plus le substrat de plantation est favorable.

NON

Aucun effet significatif de l'âge des chemins sur le niveau de compaction du sol ni sur le type de substrat n'a été mis en évidence. Cette situation peut s'expliquer par le « bruit » que crée la

fréquentation des chemins par des véhicules motorisés, quel que soit l'âge des chemins. En effet, ce secteur est reconnu pour être un haut lieu de fréquentation par les chasseurs, les pêcheurs, ainsi que d'autres utilisateurs tels les membres des nations huronne-wendat et innue. La forte fréquentation a donc tendance à compacter les chemins utilisés, quel que soit leur âge.

Hypothèse 7 : Étant donné les méthodes de récolte utilisées, les bordures de chemins sont occupées par des andains, qui impliqueront des travaux de préparation de terrain supplémentaires si la végétation n'a pas recolonisé le site.

NON

Les andains sont rares le long des chemins de plus de 20 ans (14 % des observations) et leur présence est limitée le long des chemins de 16-20 ans (32 %). Cette situation s'explique tout d'abord par la décomposition des tas de branches avec le temps (cas des vieux chemins). Dans le cas des chemins plus jeunes, la présence limitée des andains est cohérente avec le changement de méthode de récolte qui a eu lieu en 2001. À partir de 2001, les premières multifonctionnelles sont entrées dans le secteur et en 2004-2005, l'ensemble du parc de machinerie était équipé en multifonctionnelles. La formation d'andains sur le bord des chemins a donc diminué à partir de 2001 pour totalement disparaître en 2005. Ainsi, dans le cas de la classe d'âge de chemins la plus jeune (5-15 ans), certains tronçons situés dans les secteurs récoltés après 2005 ne présentent pas d'andains.

Aucune intervention supplémentaire n'est donc à prévoir pour atténuer leur présence dans ces 2 classes de chemins. Pour les chemins les plus récents (5-15 ans), la fréquence des andains est supérieure (63 %) (tableau 11). Par contre, la présence des microsites disponibles pour un éventuel enrichissement est importante (évaluée à 69 %) (tableau 10). Donc, même dans ce troisième cas, il ne semble pas nécessaire de réaliser des travaux de préparation de terrain visant à réduire la présence des andains.

<u>Hypothèse 8 :</u> Beaucoup d'essences végétales recherchées par les ours noirs en début d'été sont présentes sur les chemins du secteur du lac des Neiges.

OUI

Sur la surface de roulement, les essences recherchées par les ours noirs sont relativement peu présentes, occupant la plupart du temps entre 12 et 20 % de la superficie des placettes inventoriées (tableau 5).

Dans l'emprise, elles le sont davantage, plus particulièrement les graminées, qui occupent une place importante dans la diète printanière des ours noirs (tableau 9).

<u>Hypothèse 9 :</u> La présence importante des andains sur le territoire constitue un élément favorisant la présence de l'ours noir.

NON VÉRIFIÉE

Les andains sont marginaux le long des chemins de plus de 15 ans. Leur fréquence dépasse par contre 50 % le long des chemins de 5-15 ans. Et l'on observe également une présence nettement supérieure des ronces du Mont Ida dans l'emprise des chemins de 5-15 ans. Il est donc possible que les andains entraînent une présence supérieure de ces ronces. Aucune analyse de corrélation n'a par contre été faite pour confirmer ou non cette hypothèse.

L'analyse des contenus stomacaux d'ours qui ont été trappés dans le secteur à l'étude durant l'été 2014 a révélé que ceux-ci s'alimentaient beaucoup de fourmis (Amélie D'Astous, Nation huronne-wendat, communication personnelle). Comme il est fréquent de retrouver des nids de fourmis dans les andains en cours de décomposition, il est possible que les andains constituent un élément favorisant la présence de l'ours noir. Cette hypothèse demeure néanmoins à confirmer.

4. SOLUTIONS POTENTIELLES DE FERMETURE DE CHEMINS ET DE LUTTE CONTRE L'ENFEUILLEMENT

4.1. MÉTHODE

La recherche de solutions potentielles de fermeture de chemins et de lutte contre l'enfeuillement repose principalement sur :

- Une documentation générale sur les modalités de fermeture de chemins;
- Des propositions de modalités de fermeture de chemins appliquées à chaque situation observée sur le territoire d'étude.

4.1.1. Documentation sur les modalités de fermeture de chemins

Une revue de littérature traitant des mesures d'atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie a été réalisée récemment par le Consortium de foresterie Gaspésie-Les-Îles (Gauthier et Varady-Szvabo, 2014). Cette revue fait une présentation relativement exhaustive des interventions possibles si l'on souhaite fermer des tronçons de chemin forestier[9].

Une synthèse de chaque mesure d'atténuation, et plus précisément une description rapide de la méthode, les objectifs poursuivis, les avantages, les inconvénients et une estimation approximative des coûts, a été réalisée dans le cadre du présent projet. Certains éléments supplémentaires ont été ajoutés dans le tableau synthèse, provenant de l'expérience de la Forêt Montmorency dans la fermeture de chemins et de documentation supplémentaire consultée.

Un second axe a également fait l'objet d'une brève revue de littérature, soit l'installation de traverses temporaires. Ce second axe est présenté dans une section suivante et documente des actions qui permettraient de limiter la présence des chemins sur un territoire, en installant des structures temporaires qui faciliteront la fermeture ultérieure.

[9] Elle est disponible à l'adresse suivante : http://www.mieuxconnaitrelaforet.ca/fichiers/consortium/Rapports/Rapports_2014/Gauthier_Varady_Szabo_2014_fermeture_de_chemins.pdf

4.1.2. Proposition de modalités de fermeture de chemins en fonction des situations observées

Suite au diagnostic présenté dans la partie traitant du portrait des situations observées, des propositions de modalités de fermeture de chemins ont été formulées, sur la base des méthodes identifiées dans la documentation. Ces modalités concernent :

- la remise en production résineuse de certains tronçons de chemins;
- la réduction ou le blocage de l'accès de certains tronçons de chemins;
- des modifications apportées à certaines infrastructures de chemins.

4.1.3. Calcul des coûts de fermeture de chemins

Les coûts présentés proviennent principalement de l'évaluation faite par le Consortium de foresterie Gaspésie-Les-Îles, suite à l'enquête réalisée auprès d'entrepreneurs de la Gaspésie (Gauthier et Varady-Szvabo, 2014). Ces données présentent l'avantage d'être à jour, en date de 2014. De plus, même si elles ont été récoltées dans un contexte régional et si le secteur d'étude présente des caractéristiques qui peuvent parfois être différentes de celles retrouvées en Gaspésie, on pose l'hypothèse que ces données québécoises sont plus proches de la réalité du secteur du lac des Neiges que les informations trouvées dans la littérature ouest-canadienne ou américaine.

4.2. DOCUMENTATION SUR LES MODALITÉS DE FERMETURE DE CHEMINS ET D'INSTALLATION DE TRAVERSES TEMPORAIRES

La recherche documentaire a été orientée selon deux principaux axes :

- Les interventions visant la fermeture des chemins forestiers;
- L'installation de traverses temporaires.

4.2.1. Interventions visant la fermeture des chemins forestiers

La synthèse de chaque mesure d'atténuation est présentée au tableau 15[10].

Les mesures d'atténuation des impacts des chemins forestiers présentée dans cette synthèse sont :

- **L'abandon naturel;**
- **Le blocage de l'accès :**
  - Barrière avec cadenas
  - Panneau interdisant l'accès
  - Monticules de terre
  - Blocs de roches
- **Les modifications des infrastructures :**
  - Digues de déviation
  - Refaçonnage de la surface
  - Fossés de déviation
  - Retrait des traverses de cours d'eau
  - Méthode sans réaménagement de la pente naturelle
  - Ajout de sol de surface
  - Méthode avec réaménagement partiel ou complet de la pente naturelle
  - Méthode de mycorestauration
  - Conversion en sentiers
- **Les travaux complémentaires :**
  - Décompaction
  - Amendement du sol
  - Végétalisation

[10] La revue de littérature complète traitant des mesures d'atténuation des impacts des chemins forestiers en Gaspésie est disponible à l'adresse suivante : http://www.mieuxconnaitrelaforet.ca/fichiers/consortium/Rapports/Rapports_2014/Gauthier_Varady_Szabo_2014_fermeture_de_chemins.pdf

Les coûts de mise en œuvre sont à considérer avec prudence, car il sont souvent déterminés à partir une expérience unique, influencée fortement par le contexte du site d'étude (temps de déplacement de la machinerie en lien avec localisation du site, largeur du chemin à traiter, quantité de matériaux nécessaire pour réaliser les travaux, type de machinerie utilisée, etc.). De plus, la valeur des coûts évolue dans le temps et une actualisation s'avère nécessaire lorsque l'on compare des évaluations de coûts réalisées à des périodes différentes. C'est pourquoi l'année de réalisation de l'étude est présentée entre parenthèses. Pour certaines mesures, une évaluation des coûts reposant sur une analyse réalisée par le Consortium de foresterie Gaspésie-Les-îles est aussi présentée. Cette analyse est basée sur des données recueillies en 2014 auprès de spécialistes en voirie forestière œuvrant dans différentes MRC de la péninsule gaspésienne.

Tableau 15. Synthèse des mesures d'atténuation proposées dans Gauthier et Varady-Szvabo (2014) avec ajout ponctuel d'informations provenant d'autres sources

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[11]
ABANDON NATUREL					
Abandon naturel	Arrêt de l'entretien. Aucune mesure pour réduire les impacts écologiques. Aucune mesure pour décourager l'utilisation.	● Réduire au maximum les coûts liés aux chemins	● **Coût** nul de **mise en œuvre** ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Détérioration continue du réseau ● Risques **d'érosion** et de sédimentation maintenus ● Augmentation très lente et hypothétique de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat** d'intérieur maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Évitement** par la faune maintenu ● **Collisions** avec la faune maintenues ● **Accès** non contrôlé **aux ressources** et au territoire	**0$**
BLOCAGE DE L'ACCÈS[12]					
Barrière avec cadenas	Blocage physique temporaire de la voie d'accès dans l'optique d'une réouverture future. Méthode beaucoup plus efficace si utilisée conjointement avec d'autres méthodes de blocage de l'accès.	● Réduire au maximum la circulation sur le territoire de manière temporaire.	● Situation **réversible** (réouverture possible) ● **Coûts** faibles de **mise en œuvre** et méthode rapide à mettre en place ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune	● Risques **d'érosion** et de sédimentation maintenus ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat** d'intérieur maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Coûts d'entretien** des chemins à prévoir (mesure temporaire) ● Probabilités de **vandalisme** élevées ● **Efficacité** mitigée (ex : 55%); efficacité dépendant fortement de l'emplacement choisi	**1 000 à 2 800 $/barrière** installée (2004)

[11] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.
[12] Il est essentiel de noter que la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier interdit de bloquer l'accès d'un chemin multiusage, à moins d'y être autorisé par le ministre (articles 41 et 42).

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[13]
Panneau interdisant l'accès	Blocage physique temporaire de la voie d'accès dans l'optique d'une réouverture. Méthode beaucoup plus efficace si utilisée conjointement avec d'autres méthodes de blocage de l'accès.	● Réduire au maximum la circulation sur le territoire de manière temporaire.	● Situation **réversible** (réouverture possible et rapide) ● **Coûts** faibles de **mise en œuvre** et méthode rapide à mettre en place ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune	● Risques **d'érosion** et de sédimentation maintenus ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat** d'intérieur maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Coûts d'entretien** des chemins à prévoir (mesure temporaire) ● **Efficacité** variable (ex : 15%, 88%)	n.d.
Monticules de terre	Blocage physique permanent de la voie d'accès. Méthode beaucoup plus efficace si utilisée conjointement avec d'autres méthodes de blocage de l'accès.	● Réduire au maximum la circulation sur le territoire de manière permanente.	● Situation **réversible** (réouverture possible) ● **Coûts** faibles et rapides à mettre en place ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Risques **d'érosion** et de sédimentation maintenus ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat** d'intérieur maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Efficacité** mitigée de la mesure (ex : 57%), diminuant rapidement (les monticules s'érodent); efficacité dépendant fortement de l'emplacement choisi	**800 à 1 000 $ /fermeture** (2004) **<u>Estimation moyenne en Gaspésie</u> (2014) : 218 $ / fermeture**

[13] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[14]
Blocs de roche	Blocage physique permanent de la voie d'accès par des roches (hauteur minimale : 2 m). Méthode beaucoup plus efficace si utilisée conjointement avec d'autres méthodes de blocage de l'accès.	● Réduire au maximum la circulation sur le territoire de manière permanente.	● Situation **réversible** (réouverture possible) ● **Coûts** relativement faibles et rapides à mettre en place ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Risques **d'érosion** et de sédimentation maintenus ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat** d'intérieur maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Efficacité** mitigée de la mesure (ex : 50%); efficacité dépendant fortement de l'emplacement choisi ● **Coûts** pouvant être élevés (si transport de roches sur de grandes distances)	**800 à 1 000 $ /fermeture** (2004) **740 à 1 200 $ / fermeture** (2013) Possibilité de réduire les coûts en l'intégrant à d'autres travaux et/ou en ayant un bon nombre de chemins à fermer de cette manière[15] **<u>Estimation moyenne en Gaspésie</u> (2014) :** **270 $ / fermeture**
MODIFICATION DES INFRASTRUCTURES					
Digue de déviation	Structures peu profondes excavées à travers le chemin forestier, à un angle suffisant pour permettre de détourner l'eau de la chaussée. Efficacité de la mesure dépend de l'espacement entre les digues.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau.	● Contrôle partiel des risques **d'érosion** et de sédimentation ● **Coût** nul **d'entretien** de la structure si adéquatement construit	● Aucun contrôle de **l'érosion** au niveau des fossés latéraux ● **Accès** non contrôlé **aux ressources** et au territoire (circulation possible) ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat d'intérieur** maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Évitement** par la faune maintenu ● **Collisions** avec la faune maintenues ● Obligation de construire plusieurs digues dans les zones où l'érosion est élevée (coût augmente) ● Aucune économie des **coûts d'entretien** des chemins	Variable selon le matériel du chemin, la profondeur du remblai, la largeur du chemin… **33 $/digue** construite (2014) (excluant probablement les coûts associés au déplacement de la machinerie)

[14] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.
[15] Patrick Pineault, Forêt Montmorency, comm. personnelle (2014).

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[16]
Refaçonnage de la surface	Surface du chemin refaçonnée de manière à rediriger l'eau vers le fossé latéral ou vers le remblai du chemin. Méthode efficace pour les chemins à fossés latéraux peu profonds. Refaçonnage par l'extérieur plus facile à faire et moins dispendieux à entretenir que par l'intérieur.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau, en n'utilisant peu ou pas de fossés de déviation.	● Contrôle partiel des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Diminution du nombre de fossés de déviation à installer	● **Accès** non contrôlé **aux ressources** et au territoire (circulation possible) ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat d'intérieur** maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Évitement** par la faune maintenu ● **Collisions** avec la faune maintenues ● Méthode **efficace** uniquement si peu de trafic et aucun trafic lourd ● Réduction des **coûts d'entretien** des chemins mais certains coûts demeurent	Variable selon le matériel du chemin, la largeur du chemin, la nécessité d'exporter les surplus du remblai, d'importer du matériel, l'utilisation future… Refaçonnage par l'extérieur : **6 500 $/km linéaire** (2006)
Fossés de déviation	Structures excavées à travers le chemin, à un angle, une profondeur et une armature suffisants pour détourner l'eau de la chaussée et du fossé latéral. Capture et détournement de l'eau de ruissellement présente sur le chemin et dans les fossés latéraux dans des endroits stables et non propices à l'érosion. <u>Méthode recommandée en présence de pentes faibles.</u> Efficacité de la mesure dépend de l'espacement entre les fossés de déviation.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau.	● Contrôle partiel des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire si le chemin est devenu inaccessible ● Moins **d'évitement** par la faune si le chemin est devenu inaccessible ● Moins de **collisions** avec la faune si le chemin est devenu inaccessible ● **Coût** nul **d'entretien de la structure** si adéquatement construit	● **Accès aux ressources** et au territoire parfois possible (circulation possible selon les situations) ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat d'intérieur** maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● Obligation de construire plusieurs fossés dans les zones où l'érosion est élevée (augmentation des coûts de mise en œuvre)	Variable selon la largeur du chemin, l'absence de pierres sur le site, la présence de ravins, de remblais… **25 à 50 $/fossé** construit (1990) (excluant probablement les coûts associés au déplacement de la machinerie)

[16] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[17]
Retrait des traverses de cours d'eau	Modification permanente qui limite les risques de défaillance des traverses de cours d'eau avec le temps. Peut nécessiter la reforestation des rives. <u>Cette méthode devrait accompagner toute mesure de fermeture permanente de chemin</u>, pour empêcher l'érosion et la dégradation de la qualité des cours d'eau.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restaurer l'écoulement naturel. ● Bloquer l'accès au territoire.	● Limitation des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Amélioration de la **connectivité des habitats** aquatiques et augmentation du passage du poisson ● Moins **d'évitement** par la faune si le chemin est rendu inaccessible ● Moins de **collisions** avec la faune si le chemin est rendu inaccessible ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire, si les cours d'eau sont assez importants pour dissuader le passage ● Aucune augmentation de la **superficie productive** ● Perte **d'habitat d'intérieur** maintenue ● **Dynamique proies-prédateurs** maintenue ● **Efficacité** moindre si le lit du cours d'eau est composé de particules fines	Très variable **10 000 à 12 000 $ /pont** avec réaménagement complet des rives (2014). **400 à 5 000 $/ponceau** selon taille et situation géographique (2014). **1 200 à 3 600 $/ponceau** avec stabilisation des berges (2002). **2 100 à 5 250 $/ponceau** avec rétablissement complet du canal du cours d'eau et réaménagement de la pente naturelle (2002). **4 500 $/ponceau** en moyenne (2013). **<u>Estimation moyenne en Gaspésie</u> (2014) :** Ponceau de 450 mm : **954 $** Ponceau de 600 : **1 110 $** Ponceau de 750 : **1 324 $** Ponceau de 900 : **1 480 $**

[17] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[18]
Méthode sans réaménagement de la pente naturelle	Décompactage de la surface du chemin et ajout de drains perpendiculaires au chemin pour assécher le fossé intérieur. Possibilité d'ajouter du paillis et de reboiser ensuite. <u>Méthode recommandée en présence de pentes faibles.</u>	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restreindre l'accès au territoire. ● Augmenter la superficie productive si reboisement	● Limitation des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Augmentation de la **superficie productive** si reboisement ● Restauration **d'habitats** d'intérieur si reboisement ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Restauration incomplète de **l'hydrologie** de surface et de subsurface et aucune prévention de l'érosion du remblai car les pentes naturelles ne sont pas réaménagées ● **Efficacité** moindre pour contrer l'érosion dans les milieux de pente ● **Accès** possible aux ressources et au territoire par les VTT	**4 950 $/km de chemin** (excluant le reboisement) (2002) **2 900 $/km de chemin** (incluant épandage de m.o. et reboisement) (2013) **<u>Estimation moyenne en Gaspésie</u> (2014) :** **2 479 $/km** (décompaction seule) **4 254 $/km** (décompaction et incorporant du sol de surface situé à proximité du chemin) **15 536 $/km** (décompaction, importation de sol provenant d'une distance de 50 km)
Ajout de sol de surface	Ajout de 30 cm de sol de surface sans décompaction du sol. Reboisement ensuite. <u>Méthode recommandée en présence de pentes faibles et de chemins peu utilisés, peu compactés et dont le sol de surface est accessible</u> <u>Méthode peu documentée</u>, expérimentée par le groupement forestier de la Baie-des-Chaleurs.	● Augmenter la superficie productive. ● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restreindre l'accès au territoire.	● Limitation des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Augmentation de la **superficie productive** ● Restauration **d'habitats** d'intérieur ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Méthode **peu documentée** et **efficacité** réelle inconnue ● Restauration incomplète de **l'hydrologie** de surface et de subsurface ● Aucune prévention de **l'érosion** du remblai ● **Accès** possible aux ressources et au territoire par les VTT	Dépend surtout de la présence ou non de sol de surface sur le site à traiter **1 000 $/km de chemin** si présence de sol sur place (2014) **10 000 $ et plus/km de chemin** si absence de sol (2014)

[18] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[19]
Méthode avec réaménagement partiel de la pente naturelle	Rétablissement partiel de l'inclinaison de la pente sur le chemin avec déplacement d'une partie importante du remblai. Évaluer le besoin d'ajouter de la matière organique. Reboisement ensuite. <u>Méthode recommandée en présence de pentes fortes.</u> Méthode de retrait des chemins intensive.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restaurer l'écoulement naturel. ● Rétablir partiellement le drainage naturel sur la pente. ● Limiter les risques de glissement de terrain. ● Restreindre l'accès au territoire. ● Augmenter la superficie productive si reboisement	● <u>Méthode très efficace</u> pour limiter les risques **d'érosion** lorsqu'elle est jumelée au retrait des traverses de cours d'eau et que la revégétalisation du site est assurée. ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Augmentation de la **superficie productive** si reboisement ● Restauration **d'habitats** d'intérieur si reboisement ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Persistance de certains risques partiels **d'érosion** et de glissement de terrain, à cause du remblai qui n'est pas totalement excavé et déplacé. ● Restauration incomplète de **l'hydrologie** de surface et de subsurface et du patron naturel de l'écoulement de l'eau sur la pente.	Variable selon la quantité de matériel devant être déplacé, la largeur du chemin, le matériel constituant le chemin, l'équipement utilisé … **1 500 à 6 000 $/km de chemin** (1990)

[19] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[20]
Méthode avec réaménagement complet de la pente naturelle	Rétablissement de l'inclinaison de la pente sur le chemin. Retrait du remblai. Évaluer le besoin d'ajouter de la matière organique. Reboisement ensuite. <u>Méthode recommandée en présence de pentes fortes.</u> <u>Méthode de retrait des chemins la plus intensive.</u> Méthode généralement combinée au retrait des traverses de cours d'eau.	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restaurer l'écoulement naturel. ● Rétablir le drainage naturel sur la pente ● Limiter les risques de glissement de terrain ● Restreindre l'accès au territoire. ● Augmenter la superficie productive.	● <u>Méthode la plus efficace</u> pour limiter les risques **d'érosion** lorsqu'elle est jumelée au retrait des traverses de cours d'eau et que la revégétalisation du site est assurée. ● Restauration complète de **l'hydrologie** de surface et de subsurface. ● Meilleur contrôle de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Augmentation de la **superficie productive** si reboisement ● Restauration **d'habitats** d'intérieur si reboisement ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des impacts négatifs des chemins sur la **qualité des paysages** ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins.	● Méthode la plus **coûteuse**.	Variable selon la quantité de matériel devant être déplacé, la largeur du chemin, le matériel constituant le chemin, l'équipement utilisé… **3 125 à 6 250 $/km de chemin** (1990) **10 000 à 16 500 $/km** (2002) **1 328 à 6 625 $/km** (moyenne 3 500 $/km) (1993) **1 900 à 12 500 $/km** (1997) **2 500 à 3 000 $/km** (2014) **<u>Estimation moyenne en Gaspésie</u> (2014) :** **6 922 $ /km** (aucun transport de sol) (grande variation des coûts estimés par les différents entrepreneurs consultés)

[20] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[21]
Méthode de mycorestauration	Ajout d'une couche de 30 cm de paillis de matière organique inoculée de champignons mycorhiziens qui permet d'accélérer sa décomposition. Possibilité de réaliser conjointement la décompaction du sol et le reboisement du site. <u>Méthode peu documentée.</u>	● Augmenter la superficie productive. ● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau. ● Restreindre l'accès au territoire.	● Limitation des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Contrôle partiel de **l'accès aux ressources** et au territoire ● Augmentation de la **superficie productive** (mais pas sur toute la superficie du chemin) ● Restauration **d'habitats** d'intérieur ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins ● Opération de reconstruction du chemin possible car la surface de roulement n'est pas modifiée	● Méthode **peu documentée** et **efficacité** réelle inconnue (remise en question dans une étude). ● En l'absence de décompaction du sol, problème de **ruissellement de surface** possible. ● En l'absence de reboisement et de décompaction, faible probabilité d'un reboisement naturel. ● **Accès** possible aux ressources et au territoire par les VTT	n.d.
Conversion en sentiers	Excavation du remblai et stabilisation du matériel permettant la conversion d'une partie de la chaussée en sentier. Ajout de paillis et reboisement sur les bords du sentier. <u>Méthode recommandée dans les secteurs à fort potentiel récréotouristique.</u> Méthode généralement combinée au retrait des traverses de cours d'eau.	● Profiter du potentiel récréotouristique d'un secteur pour fermer un chemin et répondre à d'autres objectifs.	● Contrôle partiel des risques **d'érosion** et de sédimentation ● Augmentation de la **superficie productive** (mais pas sur toute la superficie du chemin) ● Restauration **d'habitats** d'intérieur ● Modification de la **dynamique proies-prédateurs** ● Moins **d'évitement** par la faune ● Moins de **collisions** avec la faune ● Diminution des impacts négatifs des chemins sur la **qualité des paysages** ● Diminution des **coûts d'entretien** des chemins	● Risques **d'érosion** et de sédimentation encore présents ● **Coûts d'entretien** moindres mais présents ● **Accès** possible aux ressources et au territoire	n.d.

[21] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[22]
TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES					
Décompaction	Fracture latérale et verticale du sol compacté, sur au moins 40 cm de profondeur	● Restaurer la porosité, la perméabilité et l'infiltration du sol	● Meilleure reprise de la **végétation** ● Diminution de la colonisation par des espèces invasives	● Risque d'érosion et de sédimentation dans certaines situations	Variable selon l'équipement utilisé, la largeur du chemin, la profondeur de la décompaction souhaitée… **2 000 à 2 500 $/ha** (2006) **300 à 1 000 $/km** (1990) **400 à 1 200 $/km** (2004) **1 000 à 4 000 $/km** (2014) **1 700 $/km** (incluant l'épandage de m.o.) (2013) **700 à 1 000 $/ha**[23]

[22] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.
[23] Patrick Pineault, Forêt Montmorency, comm. personnelle (2014).

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[24]
Amendement du sol en matière organique et en fertilisant	Ajout sur le sol de divers amendements : - sol de surface qui a été retiré du chemin lors de sa construction (très intéressant car situé à proximité et mélange de terre noire et de particules fines, mais pas toujours en quantité suffisante) - Compost, biosolides, matière organique forestière, paillis de matière organique - Paillis de branches déchiquetées Utilisation fréquente lors du retrait de chemins dans l'ouest canadien, beaucoup moins systématique en contexte boréal.	● Augmenter la fertilité des sols forestiers naturellement pauvres en nutriments ● Protéger le sol contre la formation d'un horizon induré ● Améliorer la rétention de l'eau dans le sol	● Meilleure reprise de la **végétation** ● Diminution de **l'érosion**		Variable selon le matériel utilisé, la quantité nécessaire, la méthode d'épandage, la distance de transport… Biosolide et compost de jardin : **1 000 $/km de chemin** (2005) Paillis : **2 100 à 2 500 $/ha** (2006) Sol de surface : **1 000 à 10 000 $/ha** (2014) **300 à 500 $/ha**[25]

[24] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.
[25] Patrick Pineault, Forêt Montmorency, comm. personnelle (2014).

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[26]
Végétalisation	Ajout d'un couvert végétal par ensemencement ou plantation. Utilisation de plantes herbacées et/ou plantes ligneuses. Plantes herbacées : graminées et légumineuses; privilégier les espèces indigènes; fréquemment utilisées pour une recolonisation rapide Plantes ligneuses de début de succession (aulne, saule, cornouiller, chèvrefeuille). Espèces commerciales : privilégier des espèces oligotrophes et xériques : épinette noire, pin gris, peuplier baumier (Alberta), épinette blanche, de Norvège, pins blanc et rouge	● Augmenter la présence d'un couvert végétal	● Diminution de **l'érosion** ● Augmentation de la **superficie productive**	● **Croissance** lente des arbres reboisés ● **Efficacité** mitigée (taux de recouvrement pouvant être faible pour les graminées par ex.)	Variable selon le taux d'application, le produit utilisé, la méthode d'application, la distance de transport… Ensemencement manuel ou avec équipement : **200 à 400 $/ha** (2001) Hydroensemencement terrestre : **1 500 à 5 000 $/ha** (2001) Hydroensemencement aérien : **1 500 à 3 500 $/ha** (2001) Reboisement **:** **1 200 $/km de chemin** (moyenne) (2013) **Estimation moyenne en Gaspésie (2014) :** Reboisement de plants de forte dimension (densité de 3 000/ha) **: 1 272 $ /ha** ou **827 $ /km** pour un chemin de 7 m de large

[26] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.

MESURE D'ATTÉNUATION	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS[27]
Recyclage des graviers lors du retrait complet de la chaussée[28]	Réutilisation du gravier provenant du retrait complet d'un tronçon de route, pour la mise en forme ou l'entretien d'autres chemins maintenus sur le territoire.	● Consolider la stratégie de désactivation avec celle de construction et d'entretien des chemins. ● Compenser le coût de désactivation par une réduction des coûts d'entretien ou de construction d'autres tronçons. ● Permettre la désactivation de plus grands territoires pour le même coût.	● Économie de 24 % des coûts lorsque l'on a un objectif purement économique ou une optimisation de 890 % des longueurs de chemins fermés, en visant un objectif purement environnemental.	● Les résultats sont dépendants des graviers en place et du traitement nécessaire à leur réutilisation ainsi qu'à la planification optimale des travaux en fonction des distances de transport du gravier.	● Jusqu'à 24% d'économies sur les graviers utilisés dans la construction et l'entretien des chemins. ● Une fois cette méthode intégrée dans la stratégie de construction et d'entretien du réseau routier, des économies substantielles peuvent être réalisées à la fois sur le coût de construction et d'entretien mais aussi sur le coût du retrait des tronçons abandonnés.

[27] L'année de l'estimation des coûts est présentée entre parenthèses afin de pouvoir actualiser les coûts.
[28] Les informations sur cette méthode sont tirées de *Optimal Policies for Aggregate Recycling from Decomissioned Forest Roads*, **Thompson et Session**, **2008**

4.2.2. Méthodes d'installation temporaire de traverses de cours d'eau

La plupart des documents traitant de traverses de cours d'eau temporaires ou de démantèlement de traverses de cours orientent presque exclusivement leurs objectifs sur la réduction des apports de sédiments dans le cours d'eau. Il revient donc au planificateur de faire le lien entre ces objectifs et les autres impacts potentiels de la fermeture de chemins. Plusieurs guides pratiques sur les traverses de cours d'eau, temporaires ou permanentes, sont mis à la disposition des propriétaires forestiers privés et distribués soit par la Fondation de la faune, différentes agences de mise en valeur de la forêt privée ou le ministère des Ressources naturelles (Exemples : Fiches techniques produites par l'Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie, Ministère des Ressources naturelles (2008); Hotte et Quirion (2003).

Une synthèse des ouvrages disponibles en matière de traverses de cours d'eau a été réalisée pour l'Association des propriétaires de boisés de la Beauce en 2005 et a permis de compléter le tableau 16 (Toupin 2005). Bien qu'ancrées dans un contexte de forêt privé, les options disponibles qui y sont énumérées peuvent aussi être applicables en forêt publique, dans une optique de construction temporaire. On y retrouve une description de la méthode, les principaux avantages et inconvénients et une estimation des coûts s'il y a lieu. Une méthode de construction de route temporaire provenant du Royaume-Uni est également présentée à la fin du tableau 16[29].

[29] http://www.powercem.co.uk.

Tableau 16. Synthèse des installations temporaires de traverses de cours d'eau

MESURE	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS
Passage à gué aménagé	Passage aménagé directement dans le lit du cours d'eau avec de grosses roches et des toiles géotextiles afin de supporter les véhicules.	Offrir un passage aux véhicules sur une route peu fréquentée ou traversant un cours d'eau souvent encombré de débris.	● Convient aux cours d'eau peu profonds et dont les berges sont très basses ● Convient aux cours d'eau intermittents ● Peu coûteux ● Peu affecté par des débits de pointe et les castors ● Rapide à installer ● Facile à entretenir	● Limité par la profondeur du cours d'eau ● Peut affecter le cours d'eau (sédimentation) s'il est mal utilisé ou mal construit ● Ne convient pas aux cours d'eau servant d'habitats aux poissons	Entre 100 $ et 1 000 $ / passage (2003)
Paquets de tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD)	Assemblage de tuyaux de polyéthylène haute densité déposé dans le cours d'eau pour canaliser l'eau et recouvert de structures permettant le passage des véhicules	Offrir un passage sur une route qui traverse un cours d'eau à faible débit	● Convient aux cours d'eau peu profonds et dont les berges sont très basses ● Convient aux cours d'eau intermittents ● Nécessite peu de main-d'œuvre et pas d'équipement lourd ● Facile à installer et à retirer	● Nécessite un investissement initial élevé ● Peut affecter le cours d'eau (sédimentation) s'il est mal utilisé ou construit ● Peut ne pas convenir aux cours d'eau servant d'habitats aux poissons	n.d.
Pont temporaire en bois avec culées	Construction d'un pont avec des structures qui peuvent être réutilisées une fois que l'on n'a plus besoin du pont. On construit des culées qui seront en blocs de bétons réutilisables, ou on aménage des culées de bois traditionnelles qui pourront être laissées en place.	Traverser temporaire-ment un cours d'eau Réutiliser les matériaux de construction et les structures du tablier pour un autre chantier afin d'amortir les coûts de construction Réduire les coûts d'entretien inutiles	● Facile à construire ● Permet d'enjamber le cours d'eau ● Matériaux faciles à se procurer ● Peut servir pour le transport du bois par camion	● Nécessite la construction de culées qui seront laissées sur place ● Structure du tablier lourde et difficilement transportable (nécessite une pelle hydraulique et une remorque)	5 000 $ US – 8 000 $ US (2003)

MESURE	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS
Pontages et ponts en longerons de bois ronds	Traverse de cours d'eau construite à partir de billes. Les poutres sont placées dans l'axe de la route afin de soutenir le poids du passage des véhicules. Une série de billes plus courtes sont installées perpendiculairement à l'axe du chemin pour servir de surface de roulement.	Traverser temporaire-ment un cours d'eau (durée de vie entre 3 et 5 ans) Économiser temps et argent par l'utilisation des matériaux sur place	● Peu coûteux ● Facile à construire et à installer ● Convient aux cours d'eau intermittents et aux rivières non encaissées	● Les propriétés des matériaux sont difficiles à contrôler (présence de nœuds, de caries qui affectent la capacité des poutres) ● Risque de dommages sur le cours d'eau si la structure est abandonnée en place	1 700 $ Matériel 3 270 $ Machinerie et main-d'œuvre (2004)
Pontage fait de planches de bois	Il est composé de 3 panneaux de 4 pieds. Les panneaux sont constitués de 4 poutres de 12"x 12". Une membrane géotextile enveloppe le pont pour empêcher l'apport de sédiments au cours d'eau. Les approches du pontage sont faites de billes de bois disponibles sur le terrain.	Permettre la circulation pour le transport du bois	● Matériaux réutilisables une fois le chantier fermé ● Facile à construire et à installer sur le site d'opérations ● Convient aux cours d'eau intermittents et aux rivières non encaissées	● Structure lourde et difficilement transportable	1 600 $ US Matériel seulement (1995)
Pontage fait de madriers ou de planches contraints avec tiges de métal	Structure composée de deux modules (panneaux) de madriers de 3 x 10. Chacun des panneaux mesure 40 pieds de long et 8 pieds de large	Permettre la circulation pour le transport du bois Réutiliser le matériel une fois le chantier fermé	● Répartition du coût sur plusieurs utilisations ● Réutilisable ● Facile à construire	● Coût initial élevé ● Le transport du matériel d'un site à l'autre nécessite un fardier, une pelle hydraulique ou une grue	7 000 $ (1990)
Pontage fait de panneaux jointés et collés	Traverse composée de deux panneaux de 5 pieds de large, 35 pieds de long et 10 ½ pouces d'épais. Dans ce design, une poutre transversale est placée au centre du pontage pour ajouter de la rigidité au pontage et améliorer la distribution du poids. De plus, deux garde-roues sont installés pour assurer la protection des usagers.	Permettre la circulation pour le transport du bois Réutiliser le matériel une fois le chantier fermé	● Durable et réutilisable ● S'installe facilement à l'aide d'une grue ou d'une pelle hydraulique ● Se déplace facilement sur un fardier	● Coût initial élevé	15 000 $ US 1 000 $ US d'installation par déplacement (1997)

MESURE	DESCRIPTION MÉTHODE	OBJECTIFS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛTS
Pontage en béton précontraint	Pont en béton précontraint appuyé directement sur les rives du cours d'eau après une mise à niveau faite à l'aide d'un bouteur. La structure est conçue pour supporter une charge de 100 000 lbs, mesure 35 pieds de long et est composé de 3 sections de 4 pieds de largeur par 15 pouces d'épaisseur boulonnées à l'aide de tiges d'acier.	Permettre la circulation pour le transport du bois Réutiliser le matériel une fois le chantier fermé	● Durable et réutilisable	● Nécessite l'utilisation d'une grue et d'un fardier ● Investissement initial important	Structure : 7 100 $ US Nivellement : 3 500 $ US Installation (incluant la grue) : 950 $ US Total : 11 550 $ US (1991)
Pontage et pont de glace	Stabilisation des berges avec des radiers et l'apport de neige propre sur la surface de roulement puis compaction.	Permettre l'accès à des territoires fragilisés par les conditions hydriques	● Peu coûteux ● Peu d'impacts environnementaux ● Ne nécessite aucun travail de désaffection	● Nécessite des inspections régulières pour assurer la sécurité ● Est dépendant des conditions météorologiques qui sont susceptibles de limiter l'accès au territoire par temps doux	n.d.
Construction de routes temporaires à l'aide de la technologie RoadCem® de la compagnie Powercem technologies®[30]	Un composé est ajouté au sol pour augmenter la stabilité, l'imperméabilité et la portance de la route, sans avoir besoin d'ajouter de gravier. Une fois mise en forme, la nouvelle surface est imperméable et supporte le passage de la machinerie lourde. Lorsque son utilité terminée, la route est tout simplement labourée et remise en production.	Offrir une alternative plus écologique et plus économique pour les routes temporaires	● Aucun ajout de matériel nécessaire ● Remise en production beaucoup plus économique et rapide ● Pratiquement pas de matériel contaminé après utilisation	● Disponibilité au Canada incertaine ● Aucun renseignement sur les comportements du produit en hiver	6£-12£ par m^2 installation seulement 15£-30£ par m^2 installation et retrait complet (2014)

[30] Les informations sur cette méthode ont été obtenues sur le site web http://www.powercem.co.uk/ et dans Powercem Technologies. 2011. *National Grid temporary soil road trials at Brinsworth.* 5 p.

4.2.3. Une meilleure planification

La plupart des chercheurs s'entendent pour dire que la planification de la désactivation permanente des chemins est un moyen sûr pour réduire au maximum les impacts environnementaux et les coûts d'entretien inutiles des routes qui sont peu ou pas utilisées (Weston, 2010). Plusieurs outils de planification ont donc été étudiés afin d'aider les aménagistes à intégrer, dans la planification du cycle de vie des chemins, l'ensemble des opérations, de la construction à la désactivation en passant par l'entretien. Le planificateur a donc accès à des modèles de programmation dynamiques d'aide à la décision pour évaluer les différentes hypothèses disponibles lors de la détermination des classes de chemin à cibler. En se basant sur les volumes transportés, les distances de transport, les coûts de transport ainsi que les coûts reliés à la construction, l'entretien et la désactivation des chemins, l'aménagiste peut ainsi optimiser les coûts et les bénéfices des options choisies (Anderson *et al.*, 2006). L'utilisation de l'indice topographique d'humidité permet aussi de modéliser l'écoulement de l'eau à partir de la topographie. Il permet, entre autres, de détecter les zones sensibles à l'érosion et la présence de possibles réseaux hydrographiques cartographiés ou non. Cet indice est présenté comme un bon indicateur des zones sensibles à l'érosion et de ce fait, est un outil pertinent lors de la planification d'un réseau routier (Pitre, 2013). Une fois la vie utile des chemins atteinte, le planificateur peut utiliser un modèle d'analyse décisionnel qui aide à prioriser les segments de chemin à désactiver, de manière à maximiser les impacts positifs dans un contexte de ressources limitées pour ces opérations (Allison et Tait, 2000; Allison *et al.*, 2004).

Peu importe les solutions choisies, la désaffection de chemins devrait au préalable faire l'objet de consultations auprès des utilisateurs du territoire. Le planificateur doit s'attendre à une forte opposition du milieu, si une approche restrictive est utilisée (Mihell et Hunt, 2011).

4.3. Proposition de modalités de fermeture de chemins en fonction des situations observées

Rappelons que les solutions potentielles de fermeture de certains tronçons de chemins sont proposées, dans le but de :

1. **Améliorer les conditions de survie du caribou de Charlevoix** qui séjourne dans le secteur du lac des Neiges aux périodes critiques de son cycle (mise bas et hiver), en améliorant la survie des faons par une limitation de la prédation par l'ours noir;

2. **Réduire les coûts de récolte de Scierie Leduc,** qui s'approvisionne dans le secteur du lac des Neiges;

3. **Réduire les impacts environnementaux liés à un mauvais entretien des chemins**.

Dans ce contexte, les moyens de fermeture de chemins proposés sont les suivants :

1. **Remettre en production résineuse certains tronçons de chemins.**
   La remise en production résineuse est considérée comme la série de mesures la plus complète à prioriser. En effet, même si elle est coûteuse, elle devrait permettre, à moyen et long termes, de répondre au moins en partie à plusieurs objectifs poursuivis :
   - **Améliorer l'habitat du caribou** à long terme en diminuant la fragmentation du territoire et en augmentant la présence du couvert résineux, qui est recherché en hiver dans ce secteur (le secteur du lac des Neiges est un secteur hautement fréquenté en hiver par la harde).
   - **Diminuer la prédation des faons par l'ours noir** à long terme, puisque certaines voies d'accès pouvant servir de corridors de déplacement pour les prédateurs seront fermées par la remise en production des chemins et la présence d'essences recherchées par l'ours au printemps (graminées) diminuée en présence d'un couvert résineux.

- **Diminution des coûts d'entretien des chemins**, en remplaçant des superficies de chemins par de la forêt productive.
- **Diminuer les risques d'érosion, de lessivage et les impacts environnementaux liés à la dégradation des chemins avec le temps**, par l'ajout d'un couvert végétal, qui retient le sol.
- **Augmenter le volume de bois disponible** dans le futur pour l'industriel. Il s'agit d'une retombée qui n'était pas ciblée par le présent projet mais qui constitue une plus-value néanmoins très intéressante pour Scierie Leduc.

2. **Modifier certaines infrastructures de chemins.**

   L'abandon naturel des chemins peut générer des impacts environnementaux importants, notamment des risques élevés d'érosion et de sédimentation dans les cours d'eau du secteur. Afin de diminuer les risques environnementaux liés à la dégradation des chemins qui ne sont plus entretenus, des modifications de certaines infrastructures pourraient être nécessaires. Ces mesures devraient être mises en place avant la remise en production des chemins. L'utilisation de structures temporaires peut aussi permettre de réduire les risques environnementaux ainsi que les coûts d'entretien des chemins.

3. **Réduire ou bloquer l'accès de certains tronçons de chemins.**

   La réduction de l'accès est considérée comme une mesure complémentaire à la remise en production, qui permettra entre autres d'assurer la protection des jeunes plants qui seront mis en terre dans les chemins. Cette mesure permettra aussi de diminuer le dérangement causé par la présence humaine auprès des caribous. Ces mesures doivent par contre être correctement planifiées, car il arrive fréquemment que leurs objectifs ne soient pas atteints et qu'une circulation de véhicules demeure suite à l'installation des mesures (le contournement de mesures de blocage de l'accès peut en effet être facile en plein bois). Enfin, il est essentiel de noter que le blocage de l'accès d'un chemin multiusage ne peut être réalisé qu'en présence d'une autorisation du ministre, selon la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (articles 41 et 42).

4.3.1. Mesures proposées

Comme l'a présenté la revue de littérature, une gamme de mesures d'atténuation peut être mise en place pour limiter les impacts des chemins forestiers. Seulement certaines d'entre elles ont été retenues et sont présentées dans les tableaux suivants. Les solutions retenues devaient en effet démontrer :

- Une efficacité reconnue pour répondre aux objectifs visés;
- Une synergie possible des solutions proposées, de manière à répondre à la fois à l'objectif de réduction des impacts environnementaux liés à la dégradation des chemins mais aussi à celui d'amélioration des conditions de survie du caribou de Charlevoix. Dans ce contexte, les modifications des infrastructures qui n'étaient pas compatibles avec une remise en production du chemin ont été écartées.

Les tableaux 16 à 18 présentent des propositions d'interventions qui pourraient être mises en place sur certains tronçons de chemins ciblés afin de répondre aux objectifs du présent projet. Sont présentées en premier les interventions qui visent à modifier certaines infrastructures. Ces dernières devront être réalisées avant les opérations de remise en production, qui sont présentées dans le tableau suivant. Finalement, on retrouve dans le troisième tableau des mesures pour bloquer l'accès[31].

[31] Une description détaillée de toutes ces interventions est présentée dans le tableau 15 et est également disponible à l'adresse suivante : http://www.mieuxconnaitrelaforet.ca/fichiers/consortium/Rapports/Rapports_2014/Gauthier_Varady_Szabo_2014_fermeture_de_chemins.pdf.

Tableau 17. Interventions possibles pour modifier certaines infrastructures de chemins

Endroits visés par les interventions	Objectifs principaux recherchés	Interventions possibles [1]	Caractéristiques des chemins ciblés
Surface de roulement	● Limiter les risques d'érosion et les impacts des chemins forestiers sur les cours d'eau	● Retrait sans réaménagement de la pente naturelle	Pentes faibles (< 15% - classes A, B et C) [2]
		● Retrait avec réaménagement partiel ou complet de la pente naturelle	Pentes fortes (> 15% - classes D, E et F) [2]
		● Retrait des traverses de cours d'eau [3]	N'importe quel chemin

[1] **L'installation de digues de déviation ou de fossés de déviation et le refaçonnage de la surface** ne sont pas retenus car ces mesures ne sont pas compatibles avec des travaux de végétalisation du chemin et permettent le maintien d'une circulation.

[2] **Le regroupement des classes de pentes** en pentes fortes et faibles reposent sur les critères utilisés dans le Guide de signalisation routière (Ministère des Ressources naturelles, 2013). Une carte de localisation des classes de pentes couvrant le territoire d'étude est présentée dans l'annexe 3.

[3] **Le retrait des traverses de cours d'eau** doit être vu comme une mesure qui devrait accompagner toute autre mesure de fermeture permanente.

Tableau 18. Interventions possibles pour la remise en production résineuse des chemins

Endroits visés par les interventions	Objectifs principaux recherchés	Interventions possibles [1]	Caractéristiques des chemins ciblés
Surface de roulement	● Diminuer le degré de compaction du sol (restaurer la porosité, la perméabilité et l'infiltration du sol) ● Améliorer la fertilité du sol ● Restaurer le couvert végétal résineux	● Décompaction ● Amendement du sol en matière organique, provenant idéalement du secteur [2] ● Végétalisation : ✓ Plantation en essences ligneuses en privilégiant les espèces résineuses	N'importe quel chemin
Emprise	● Maintenir le couvert végétal résineux déjà en place	● Aucune intervention supplémentaire requise	Chemins de 21-25 ans
	● Augmenter le couvert végétal résineux si nécessaire	● Évaluation du couvert présent ● Enrichissement au besoin en essences résineuses ou aucune intervention si couvert résineux suffisant	Chemins de moins de 21 ans

[1] **Le retrait par l'ajout de sol de surface** n'est pas retenu car les sols sont trop compactés sur le territoire d'étude.
La méthode de mycorestauration n'est pas retenue car cette méthode est peu documentée et son efficacité inconnue.
La conversion en sentiers n'est pas retenue car elle implique de maintenir des corridors de déplacement pour les prédateurs du caribou et la circulation des VTT.

[2] **L'amendement** doit être réalisé après la décompaction, afin de diminuer la quantité de matière organique à ajouter. Selon la technique de construction de chemin qui a été utilisée dans le secteur, il est possible que l'on retrouve une partie de la couche de matière organique dans les fondations du chemin (la matière organique aurait été enfouie sous le sol minéral lors de la construction du chemin). Si c'est le cas, il suffirait de remettre à la surface la matière organique présente, pour améliorer la fertilité du sol. Il ne serait alors pas nécessaire de prélever de la matière organique à proximité du chemin (ou cette opération pourrait être de moins grande envergure).

Tableau 19. Interventions possibles pour réduire ou bloquer l'accès des chemins

Endroits visés par les interventions	Objectifs principaux recherchés	Interventions possibles [1]	Caractéristiques des chemins ciblés
Surface de roulement et emprise	● Réduire la circulation anthropique sur le territoire ● Protéger les plantations réalisées lors de la remise en production des chemins	● Installation de monticules de terre [2]	N'importe quel chemin
		● Installation de blocs de roche [3]	
		● Installation de panneau [3]	

[1] **Le blocage de l'accès avec cadenas** n'est pas retenu car il n'apparaît pas assez efficace pour garantir l'absence de circulation.

[2] **L'installation de monticules de terre** pourrait être jumelée au retrait d'un ponceau à l'entrée d'une fourche et représenterait une option intéressante, car efficace et peu dispendieuse (pas de coût de transport de blocs)

[3] **L'installation de blocs de roche** est retenue car la présence de blocs est relativement fréquente sur le territoire d'étude et les coûts de transport associés à cette méthode ne devraient donc pas être trop élevés. Les roches récupérées lors du démantèlement des ponceaux pourraient être utilisées à ces fins.

[3] **L'installation d'un panneau** constitue une mesure complémentaire qui pourrait être ajoutée à l'installation de monticules de terre ou de blocs de roche, afin d'informer et de sensibiliser la population sur les raisons qui justifient la fermeture du chemin.

4.3.2. Évaluation sommaire des coûts

4.3.2.1. Coût moyen par intervention

Une estimation sommaire des coûts associés à chaque intervention possible est présentée dans le tableau 20. Ces coûts reposent sur les prémices suivantes (un résumé est présenté ci-dessous; se référer à Gauthier et Varady-Szabo (2014) pour les informations complètes) :

- **La largeur des chemins** traités est de 7 m. Dans le cas du secteur à l'étude, la largeur moyenne de la surface de roulement est estimée à 4,5 m. Il est proposé de garder l'hypothèse d'une largeur de 7 m, car cela permet d'inclure la distance entre la limite de la surface de roulement et le fossé, qui n'est généralement pas du tout régénérée en essences résineuses.
- **La hauteur des installations de blocage** est de 2 m et le matériel est disponible à proximité des chemins (y compris les blocs).
- **La décompaction du sol** est réalisée sur une profondeur de 30 cm.
- **L'incorporation du sol de surface** présent dans l'emprise est réalisée sur une profondeur de 15 cm.

- **L'importation de sol de surface d'un autre site** se fait sur une distance de 50 km et est fixée à 1 000 m^3/km de chemin.
- **Le retrait des ponceaux** est calculé pour des diamètres variant entre 450 et 900 mm.
- **Le reboisement des chemins** repose sur une densité de plants d'épinette noire de 3 000/ha, soit 1 950 plants/km de chemin de 7 m de large. Cette estimation repose sur un coût d'enrichissement en plants PFD en récipients de 424 $/ mille plants (Bureau de mise en marché des bois, 2014).
- **L'enrichissement de l'emprise** repose sur une augmentation du coefficient de distribution en semis d'épinette noire de 25 %, soit par l'ajout de 625 plants/ha. La largeur de l'emprise est estimée à 15-3,5 m soit 11,5 m de chaque côté du chemin. Cette estimation repose sur un coût d'enrichissement en plants PFD en récipients de 477 $/ mille plants (Bureau de mise en marché des bois, 2014).

Tableau 20. Estimation des coûts moyens des interventions

Interventions possibles	Coût approximatif moyen
MODIFICATIONS DES INFRASTRUCTURE ET REMISE EN PRODUCTION	
Retrait sans réaménagement de la pente naturelle[1] - Décompaction et ajout de sol provenant de l'emprise du chemin - Décompaction et ajout de sol prélevé à une distance de 50 km	 4 500 $ / km de chemin 15 500 $ / km de chemin
Retrait avec réaménagement de la pente naturelle et ajout de sol provenant des abords du chemin	7 000 $ / km de chemin
Retrait des traverses de cours d'eau - Ponceau de 450 mm - Ponceau de 600 mm - Ponceau de 750 mm - Ponceau de 900 mm	 950 $ / ponceau 1 100 $ / ponceau 1 300 $ / ponceau 1 500 $ / ponceau
Reboisement en essences résineuses (surface de roulement et fossés : largeur de plantation de 7 m)	800 $ / km de chemin
Enrichissement en essences résineuse (emprise : largeur de plantation de 23 m)[2]	700 $ / km de chemin
BLOCAGE DE L'ACCÈS	
Installation de monticules de terre	200 $ / fermeture
Installation de blocs de roche	300 $ / fermeture
Installation de panneaux[3]	300 $ / panneau

[1] **La décompaction** seule n'est pas appropriée, étant donné la nature du substrat présent sur la surface de roulement, dont le niveau de fertilité est jugé faible (absence de matière organique).
[2] **Les coûts moyens d'enrichissement** ne proviennent pas de Gauthier et Varady-Szvabo (2014).
[3] **Les coûts moyens d'installation d'un panneau** ne proviennent pas de Gauthier et Varady-Szvabo (2014). Cette estimation moyenne provient d'une soumission obtenue d'un fabriquant de panneaux.

4.3.2.2. Calcul du coût total de fermeture de chemin selon plusieurs scénarios

Il est proposé d'évaluer les coûts de fermeture de 1 km de chemin avec une remise en production résineuse de la surface de roulement et de l'emprise, ainsi que le blocage de son accès en amont. Une densité moyenne de 5 traverses de cours d'eau à retirer par kilomètre de chemin est estimée. Cette donnée provient d'une extrapolation de la densité de traverses de cours d'eau présentes sur le territoire de la Forêt Montmorency, qui est adjacent au territoire d'étude. Une densité de 1 ponceau de 450 mm / km de chemin, 2 ponceaux de 600 mm / km de chemin et 2 ponceaux de 900 mm / km de chemin a été choisie car elle reflète approximativement une situation type observée sur le territoire de la Forêt Montmorency. Cette estimation doit par contre être considérée comme un ordre de grandeur général et pourrait s'avérer différente suite à un inventaire réalisé spécifiquement sur le territoire d'étude.

Étant donné l'état de la surface de roulement des chemins, une décompaction seule ne devrait pas être suffisante et il est proposé d'inclure systématiquement l'ajout de sol de surface.

Les coûts totaux de fermeture de 1 kilomètre de chemin selon six scénarios différents sont présentés dans le tableau 21. Ces scénarios considèrent plusieurs situations, en fonction :

- **du degré de la pente**, qui détermine s'il doit y avoir réaménagement ou non de la pente;
- **de la disponibilité en matière organique** à proximité du chemin, qui détermine si l'on doit inclure des frais de transport de matière organique;
- **de l'âge des chemins**, qui influence les besoins en enrichissement dans l'emprise.

Les coûts varient entre 12 050 $ et 23 750 $/km. Les coûts les plus faibles sont associés aux chemins sur pentes faibles (pentes < 16 %) avec un accès à la matière organique aux abords du chemin. Les coûts les plus élevés sont liés à l'absence de matière organique à proximité du chemin et s'expliquent par le besoin de transporter de la matière organique sur une distance de 50 km et les coûts élevés de cette opération. De plus, les besoins de réaliser un enrichissement dans l'emprise ont peu d'impacts sur le coût total de fermeture de chemin.

Comme ces estimations reposent sur des coûts unitaires provenant d'une analyse réalisée en Gaspésie, elles doivent être considérées comme des ordres de grandeur. Elles permettent néanmoins de mettre en perspective diverses situations possibles et l'amplitude des coûts qui pourraient être associés à la fermeture de chemins dans le secteur du lac des Neiges.

Tableau 21. Évaluation des coûts de fermeture d'un kilomètre de chemin selon 6 scénarios possibles dans le secteur du lac des Neiges

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
	● Pente faible ● Présence de mo à proximité du chemin ● Chemins de 21-25 ans	● Pente faible ● Présence de mo à proximité du chemin ● Chemins < 21 ans	● Pente faible ● Absence de mo à proximité du chemin ● Chemins de 21-25 ans	● Pente faible ● Absence de mo à proximité du chemin ● Chemins < 21 ans	● Pente forte ● Chemins de 21-25 ans	● Pente forte ● Chemins < 21 ans
Retrait sans réaménagement de la pente et ajout de sol de surface provenant de l'emprise	4 500	4 500				
Retrait sans réaménagement de la pente et ajout de sol de surface prélevé à 50 km de distance			15 500	15 500		
Retrait avec réaménagement de la pente et ajout de sol de surface provenant des abords du chemin					7 000	7 000
Reboisement de la surface de roulement	800	800	800	800	800	800
Enrichissement de l'emprise		700		700		700
Retrait de 5 traverses de cours d'eau	6 150	6 150	6 150	6 150	6 150	6 150
Installation d'un monticule de terre ou de blocs [1]	300	300	300	300	300	300
Installation d'un panneau	300	300	300	300	300	300
COÛT TOTAL DE FERMETURE DE 1 KM DE CHEMIN ($)	**12 050**	**12 750**	**23 050**	**23 750**	**14 550**	**15 250**

[1] Comme les coûts d'installation d'un monticule ou de blocs se ressemblent beaucoup, la valeur de 300 $ a été considérée par défaut dans le calcul.

5. RECOMMANDATIONS

Suite à la réalisation de ce projet, quelques recommandations sont proposées.

5.1. EXPÉRIMENTATION DES MESURES DE FERMETURE DE CHEMINS PROPOSÉES SUR LE TERRAIN

Un portrait relativement exhaustif du territoire du lac des Neiges a permis de dresser un diagnostic des situations observées. Des propositions de modalités de fermeture de chemins en ont découlé. Étant donné qu'actuellement, les expérimentations de fermeture de chemins sont rares au Québec, et que les solutions proposées reposent sur des essais réalisés ailleurs qu'au Québec, dans des conditions pouvant être assez différentes (ex. : en Colombie-Britannique, aux États-Unis, etc.), il serait fort pertinent de tester certaines des modalités qui sont recommandées. Ces expérimentations permettront de développer une méthode adaptée au contexte du territoire d'étude et de documenter les coûts de mise en œuvre de ces modalités à une plus grande échelle.

5.2. ÉVALUATION DU RÉSEAU DE CHEMINS STRATÉGIQUE ET PRIORITAIRE

Le territoire du lac des Neiges est fréquenté par de nombreux utilisateurs du territoire (chasseurs, pêcheurs, membres des nations huronne-wendat et innue, entre autres). Le choix des tronçons qui pourraient faire l'objet d'une fermeture par l'action d'un ou de plusieurs moyens proposés doit tenir compte de cet élément essentiel. Toute fermeture de tronçon de chemin devrait donc être précédée d'une analyse du réseau routier stratégique et prioritaire du secteur.

Deux principaux axes d'analyse devraient être ciblés :

- Apporter des éléments correctifs au réseau actuel, en identifiant les tronçons qui pourraient être fermés; la fermeture pourrait être permanente (avec remise en production possible de la surface) ou temporaire;
- Améliorer la planification des futurs tronçons de chemins à implanter, sur la base du portrait actuel de la situation et des besoins futurs.

Dans le cadre d'un tel exercice, l'ensemble des utilisateurs du territoire devraient être consulté.

5.3. CONCENTRATION DES MESURES DE FERMETURE DE CHEMINS DANS DES SECTEURS CIBLÉS

Dans une perspective opérationnelle, afin que les moyens proposés demeurent efficaces pour améliorer l'habitat du caribou, il est recommandé de les mettre en place sur une superficie minimale. Les tronçons visés par les mesures de fermeture devraient donc être relativement concentrés par secteur.

De plus, les conditions de survie du caribou sont nombreuses et complexes mais l'amélioration de la survie des faons est la pierre angulaire d'une survie à long terme de la population de Charlevoix, population qui est vieillissante. La moitié des mortalités juvénile est attribuable à la prédation par l'ours noir et elle se fait surtout dans les parterres de coupe <5 ans et le long des routes, moins de 30 jours après la mise bas, dans les secteurs à plus haute altitude (Leclerc *et al.*, 2014). Ainsi, afin d'augmenter l'efficacité des mesures mises en place sur le niveau de survie des faons, les chemins situés dans les secteurs de mise bas devraient être privilégiés.

Pour y parvenir, plusieurs modalités de fermeture de chemins pourraient être testées dans un même secteur. Il pourrait par exemple être envisagé de remettre en production des tronçons de chemins par intervalle (alternance de portions de chemin remises en production avec des portions non remises en production), de manière à diminuer les coûts de réalisation des travaux tout en réduisant le niveau de fragmentation du territoire.

5.4. NE PAS EXTRAPOLER LES CONCLUSIONS DE CETTE ÉTUDE À N'IMPORTE QUEL AUTRE TERRITOIRE

Le territoire d'étude présente un contexte très particulier, entre autres du fait de sa position géographique : il est en haute altitude, avec des conditions climatiques très rigoureuses, ayant un impact direct sur la végétation en place. Il s'agit également d'un secteur qui présente une

dynamique proie-prédateur (caribou-ours) spécifique. Dans ce contexte, il serait imprudent d'extrapoler telles quelles les conclusions de cette étude à d'autres territoires.

5.5. RÉALISER LE SUIVI DES IMPACTS DES MODALITÉS DE FERMETURE DE CHEMINS

Plusieurs objectifs sont poursuivis par la mise en œuvre de modalités de fermeture de chemins, notamment d'améliorer l'habitat du caribou, afin d'augmenter les chances de survie de la population de Charlevoix, qui est actuellement en déclin. Il serait donc fort pertinent d'évaluer si les mesures proposées et qui seraient mises en place auraient un impact sur la population de caribous. Comme les effets réels escomptés des mesures mises en place sont attendus à long terme, il est proposé de modéliser l'impact que pourrait avoir la fermeture de chemins sur le taux de perturbation du territoire, qui est utilisé pour évaluer le degré d'autosuffisance des populations de caribous (Environnement Canada, 2011). D'autres indicateurs pourraient également être développés pour mesurer les impacts de la mise en œuvre de modalités de fermeture de chemins.

CONCLUSION

Ce projet a permis de réaliser dans un premier temps un portrait de l'état des chemins forestiers dans le secteur du lac des Neiges. Ce portrait repose sur l'inventaire et l'analyse de 55 tronçons de chemins, répartis selon l'âge et la classe des chemins. Il apparaît que le niveau de compaction de la surface de roulement varie en fonction de la classe des chemins, mais reste toujours trop élevé, entraînant alors la nécessité de réaliser des travaux de préparation de terrain préalablement à une remise en production éventuelle des chemins. De plus, quels que soient l'âge et la classe des chemins, les gaules résineuses et feuillues sont insuffisamment présentes (< 33 % pour les résineux et < 14 % pour les feuillus), pour assurer à court terme la fermeture naturelle de la surface de roulement. Dans l'emprise, les vieux chemins (20-25 ans) ont une présence de gaules résineuses suffisante (≈60 %) et peu de compétition feuillue nuit à cette régénération. Dans les chemins plus jeunes, la présence des gaules est insuffisante (< 35 %) pour assurer la fermeture naturelle de l'emprise. Les microsites de plantation ne manquent par contre pas (> 63 %).

Suite au portrait réalisé, des solutions potentielles de fermeture de chemins ont été proposées. Aucune mesure spécifique de lutte contre l'enfeuillement ne s'avère nécessaire en bordure des chemins. Parmi les différents moyens de fermeture de chemins documentés dans la littérature (abandon naturel, blocage de l'accès, modification des infrastructures…), plusieurs sont recommandées, pour chacune des situations de chemins observées sur le territoire du lac des Neiges. Finalement, une analyse de coûts de fermeture d'un kilomètre de chemin selon 6 scénarios possibles dans le secteur à l'étude a été présentée. Il en est ressorti qu'en fonction des conditions rencontrées, ces coûts varient entre 12 050 $ et 23 750 $/km de chemin.

Étant donné que les solutions proposées reposent sur des essais réalisés ailleurs qu'au Québec, dans des conditions pouvant être fort différentes, il serait très pertinent de tester sur le terrain certaines des modalités de fermeture de chemins qui sont recommandées. Ces expérimentations permettraient de développer une méthode adaptée au contexte régional et de documenter les coûts réels de mise en œuvre, dans le but d'évaluer l'impact de ces mesures sur la rentabilité des opérations forestières. De plus, une modélisation de l'évolution du taux de perturbation suite aux travaux de fermeture de chemins envisagés permettrait d'évaluer les impacts à long terme des mesures de fermeture de chemins sur l'autosuffisance de la population de caribous de Charlevoix.

RÉFÉRENCES

Agence de mise en valeur des forêts privées de la Gaspésie-Les-Îles, 2014. *Guide terrain – programme de mise en valeur des forêts privées.* 298 p.

Allison, C., R.C. Slide and D. Tait. 2004. *PROFILE : Application of Decision Analysis to Forest Road Deactivation in Unstable Terrain.* Environmental Management Vol. 33, No. 2, pp. 173–185.

Allison, C. and D. Tait 2000. *The Application of Decision Analysis to Forest Road Deactivation Problems – an Example in Coastal British Columbia.* B.C.'s Watershed Restoration Technical Bulletin Vol. 5, No 2, pp. 1-5.

Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie. *Traverses permanentes de cours d'eau.* Fiche No 10 des Fiches forestières. 6 p.

Aménagement forestier et agricole des Sommets inc. et Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie. *Traverses temporaires de cours d'eau.* Fiche No 9 des Fiches forestières. 6 p.

Anderson, A.E., J.D. Nelson and R.G. D'Eon. 2006. *Determining optimal road class and road deactivation strategies using dynamic programming.* Can. J. For. Res. Vol. 36, pp. 1509–1518.

Bureau de mise en marché des bois. 2014. *Valeur des traitements sylvicoles non commerciaux 2014-2015.* Direction des évaluations économiques et des opérations financières. 7 p.

Environnement Canada. 2011. *Évaluation scientifique aux fins de la désignation de l'habitat essentiel de la population boréale du caribou des bois* (Rangifer tarandus caribou) *au Canada*, mise à jour 2011, 116 p. et annexes.

Hotte, M. et M. Quirion. 2003. *Guide technique no 15. Traverses de cours d'eau.* Fédération des producteurs de bois du Québec (FPBQ) et Fondation de la faune du Québec (FFQ). Sainte-Foy, 32 p.

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

Hosmer, D.W. and S. Lemeshow. 2000. *Applied logistic regression. 2nd ed.* Wiley, Inc., New York.

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

Mihell, K. and L.M. Hunt. 2011. *Understanding residents' desired approaches to manage forest access roads: a case from northeastern Ontario, Canada.* Can. J. For. Res. Vol. 41, pp. 1808–1818.

Ministère des Ressources naturelles. 2008. *Saines pratiques : Voirie forestière et installation de ponceaux.* MRN, Direction régionale de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine. ISBN 2-550-38140-8. 29 p.

Ministère des Ressources naturelles. 2013. *Guide de signalisation routière sur les terres du domaine de l'État.* Direction du soutien aux opérations Faune et Forêts, Secteur des opérations régionales. 28 p.

Mosnier, A., J.-P. Ouellet and R. Courtois. 2008. *Black bear adaptation to low productivity in the boreal forest.* Ecoscience 15(4) : 485-497.

Pitre, L.D. 2013. *Potentiel des modèles d'écoulements comme outil d'aide à la planification des chemins pour la villégiature*. Essai présenté à l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en biogéosciences de l'environnement pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.). 37 p.

Powercem Technologies. 2011. *National Grid temporary soil road trials at Brinsworth.* 5 p.

Robitaille, A. et J.-P. Saucier. 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional.* Les publications du Québec. Gouvernement du Québec. 213 p.

St-Laurent, M.-H. et C. Dussault, 2012. *The reintroduction of boreal caribou as a conservation strategy: A long-term assessment at the southern range limit.* Rangifer. Special Issue No. 2, pp. 127-138.

Thompson, M. and J. Sessions. 2008. O*ptimal Policies for Aggregate Recycling from Decommissioned Forest Roads.* Environmental Management Vol. 42, pp. 297–309.

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

Weston, S. 2010. *Best practices for resource road reclamation*. Hemmera. 7 p.

ANNEXES

ANNEXE 1. FORMULAIRE D'INVENTAIRE

INVENTAIRE DE L'ÉTAT DES CHEMINS - SECTEUR DU LAC DES NEIGES

Observateur : _____ **Date :** _____ **Strate inv. :** _____

Photos # _____ **Point GPS :** _____

MICRO-PE 1 (CENTRE) : RAYON DE 1,13 M RÉSINEUX /FI 1,69 M

Compaction au centre	0	1-5	6-10	11-15
Compaction roullière	0	1-5	6-10	11-15

Substrat surface	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo
Substrat carotte	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo

Stocking com. et non-com.

Essence	Semis	Gaules	Haut.dom.	Ess. Ours (1,13m)	% recouvr.
				Bleuets	
				Framboises	
				Graminées	

Ess. Ours cl. : 0-5%, 5-25%,25-50%, 50-75%,75-100%

Haut. Dom cl. : 0-2m, 2-4m, 4-7m, 7-12m- 12-17m, 22m+

MICRO-PE 2 (LIMITE SURFACE DE ROULEMENT 1) : RAYON DE 1,13 M RÉSINEUX /FI 1,69 M

Compaction accotement	0	1-5	6-10	11-15

Substrat surface	graviers > 75 %	sables > 75 %	mo	mousses	sphaignes	sable et gravier
Substrat carotte	graviers > 75 %	sables > 75 %	mo	mousses	sphaignes	sable et gravier

Stocking com. et non-com.

Essence	Semis	Gaules	Haut.dom.	Ess. Ours (1,13m)	% recouvr.
				Bleuets	
				Framboises	
				Graminées	

Ess. Ours cl. : 0-5%, 5-25%,25-50%, 50-75%,75-100%
Haut. Dom cl. : 0-2m, 2-4m, 4-7m, 7-12m- 12-17m, 22m+

Fossé	Oui	Non					
Si oui	eau	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo

MICRO-PE 3 (BAS CÔTÉ 1) : RAYON DE 1,13 M RÉSINEUX /FI 1,69 M

Emprise		
Plantation ou regarni	oui	non
Présence d'EPC	oui	non
Peuplement adjacent		
Plantation ou regarni	oui	non
Présence d'EPC	oui	non

Micro-site	oui	non
Andin MPEP	Oui	Non
Andin TRONÇON	Oui	Non

Stocking com. et non-com.

Essence	Semis	Gaules	Haut.dom.	Ess. Ours (1,13m)	% recouvr.
				Bleuets	
				Framboises	
				Graminées	

Ess. Ours cl. : 0-5%, 5-25%,25-50%, 50-75%,75-100%

Haut. Dom cl. : 0-2m, 2-4m, 4-7m, 7-12m- 12-17m, 22m+

PEUPLEMENT ADJACENT

Type du peuplement	Feuillus	FIR	RFI	Résineux	**Haut.dom.**	

MICRO-PE 4 (LIMITE SURFACE DE ROULEMENT 2) : RAYON DE 1,13 M RÉSINEUX /FI 1,69 M

Compaction accotement	0	1-5	6-10	11-15		
Substrat surface	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo
Substrat carotte	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo

Stocking	**Essence**	**Semis**	**Gaules**	**Haut.dom.**	**Ess. Ours (1,13m)**	**% recouvr.**
com. et non-com.					Bleuets	
					Framboises	
					Graminées	

Ess. Ours cl. : 0-5%, 5-25%,25-50%, 50-75%,75-100%

Haut. Dom cl. : 0-2m, 2-4m, 4-7m, 7-12m- 12-17m, 22m+

Fossé	Oui	Non					
Si oui	eau	graviers > 75 %	sables > 75 %	sable et gravier	mousses	sphaignes	mo

MICRO-PE 5 (BAS CÔTÉ 2) : RAYON DE 1,13 M RÉSINEUX /FI 1,69 M

Emprise		
Plantation ou regarni	oui	non
Présence d'EPC	oui	non
Peuplement adjacent		
Plantation ou regarni	oui	non
Présence d'EPC	oui	non

Micro-site	oui	non
Andin MPEP	Oui	Non
Andin TRONÇON	Oui	Non

Stocking	**Essence**	**Semis**	**Gaules**	**Haut.dom.**	**Ess. Ours (1,13m)**	**% recouvr.**
com. et non-com.					Bleuets	
					Framboises	
					Graminées	

Ess. Ours cl. : 0-5%, 5-25%,25-50%, 50-75%,75-100%

Haut. Dom cl. : 0-2m, 2-4m, 4-7m, 7m12- 12-17m, 22m+

PEUPLEMENT ADJACENT

Type du peuplement	Feuillus	FIR	RFI	Résineux	**Haut.dom.**	

INFOS GÉNÉRALES

Largeur (m)	Surf. roul.	

Fréquentation hum. oui | non

Férquentation animale

Ours	Loup
Caribou	Orignal

Prescription	Laisser-aller	Scarifier et planter	Planter
Chemin	EPC	EPC + planter	Apport mo et planter

Prescription	Laisser-aller	Scarifier et planter	Planter
Emprise	EPC	EPC + planter	Apport mo et planter

Ponceaux	GPS			GPS	
Bon état	Oui	Non		Oui	Non

Remarques :

ANNEXE 2. FRÉQUENTATION DU TERRITOIRE PAR LES CHASSEURS ET PÊCHEURS

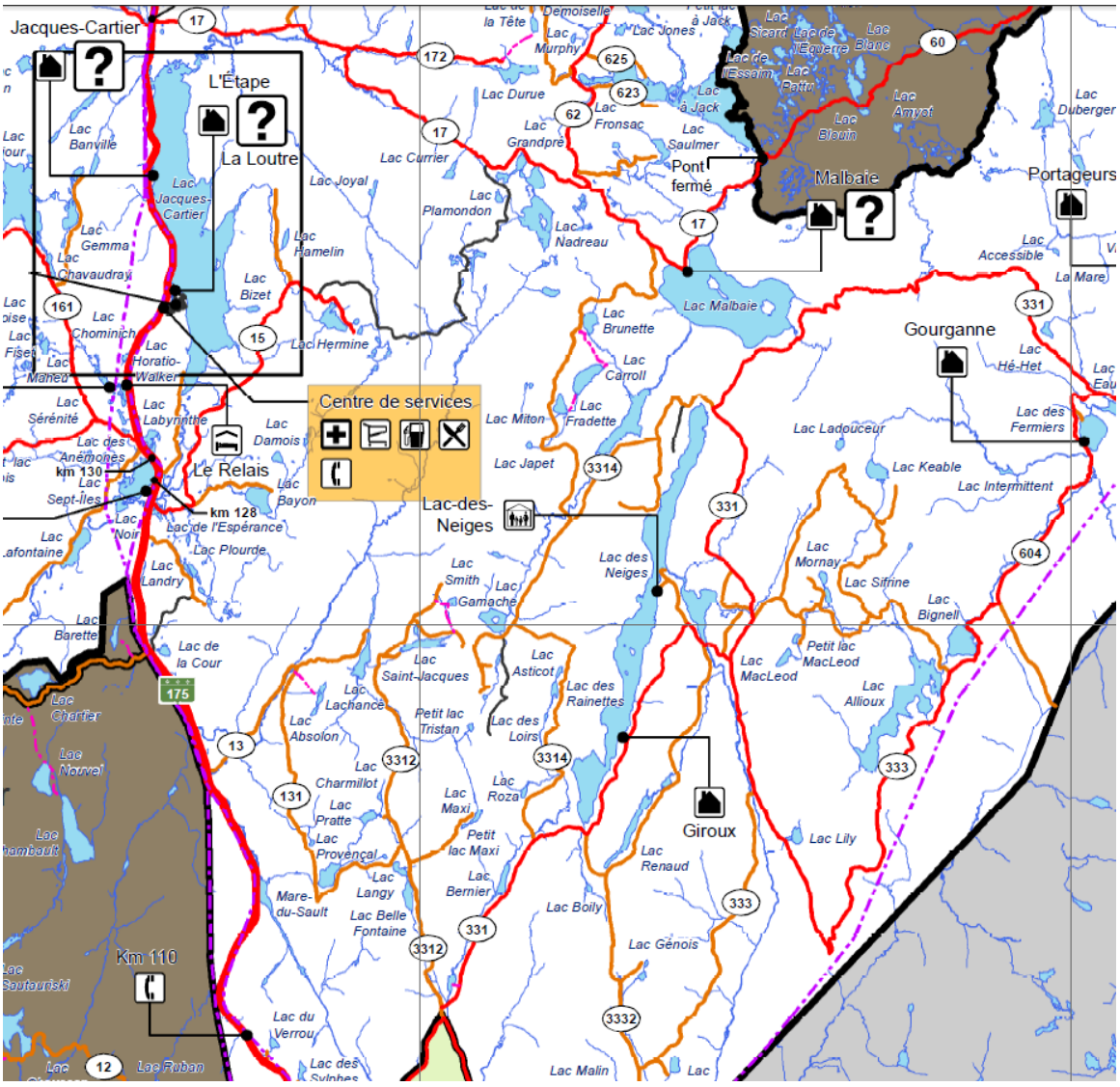


Figure 26. Carte générale couvrant le territoire d'étude
(Source : Sépaq)

CHASSE À L'ORIGNAL

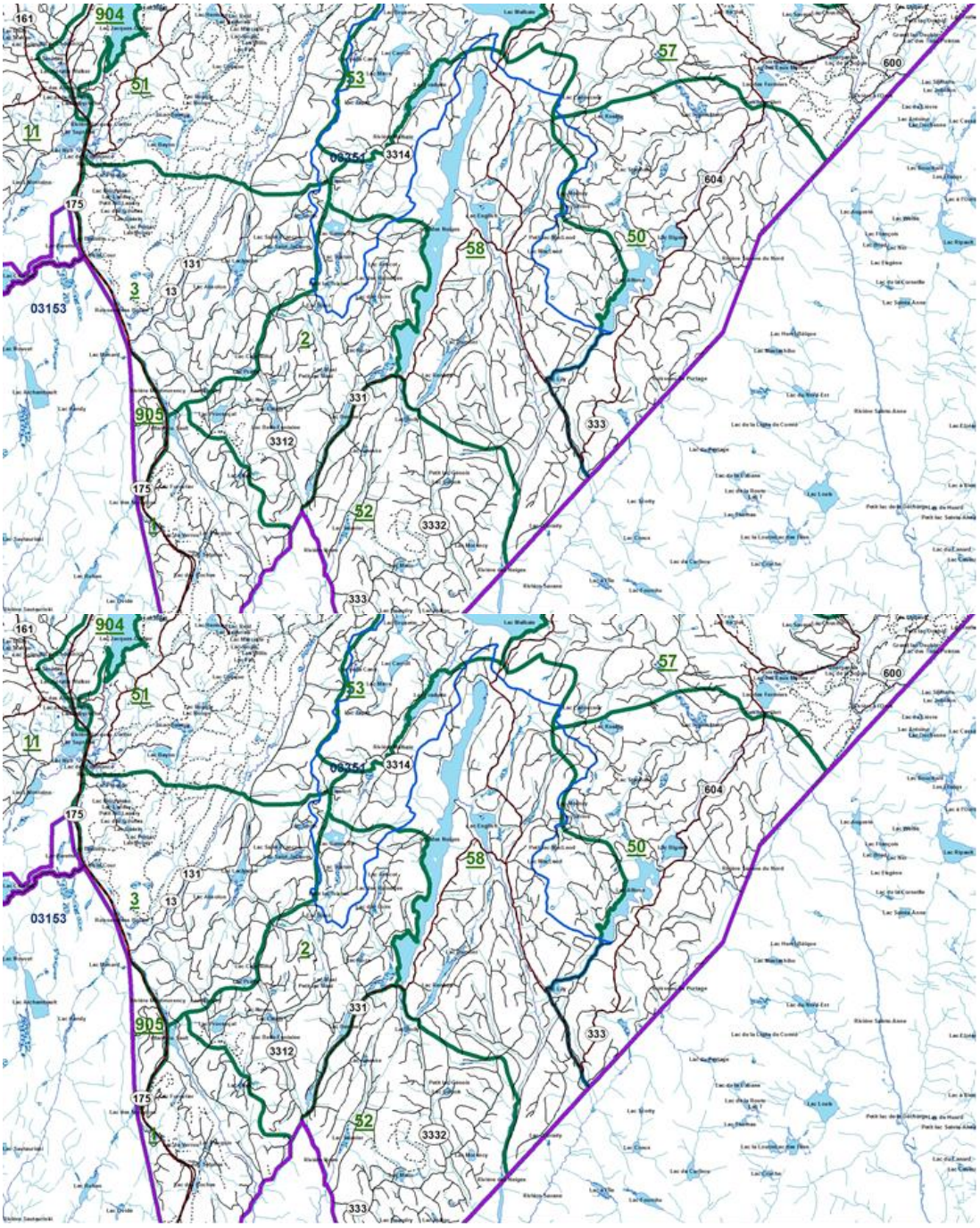


Figure 27. Localisation des secteurs de chasse autour du lac des Neiges
(Source : Sépaq)

CHASSE AU PETIT GIBIER

RÉSERVE FAUNIQUE DES LAURENTIDES
STATISTIQUES DE CHASSE AU PETIT GIBIER
SAISON 2012
RÉCOLTE GIBIER 2012

TERRITOIRES DE CHASSE	CHASSEURS JOUR(S)/PERSONNE(S)	ABATS			SUCCÈS
		TÉTRAS	GÉLINOTTES	LIÈVRES	
ÉTAPE	225	221	118	25	1,51
LAUNIÈRE	133	164	55	12	1,65
GÎTE-DU-BERGER/LA PASSE	299	93	759	17	2,85
CYRIAC	41	1	103	11	2,54
MONTAGNAIS	337	103	788	4	2,64
SECTEUR MERCIER (Quotidienne)	268	205	71	24	1,03
TOTAL :	**1 303**	**787**	**1 894**	**93**	**2,06**

* Les lièvres abattus ne sont pas comptabilisés dans le succès puisqu'il n'y a pas de limite de prise.

RÉSERVE FAUNIQUE DES LAURENTIDES
STATISTIQUES DE CHASSE AU PETIT GIBIER
SAISON 2013
RÉCOLTE GIBIER 2013

TERRITOIRES DE CHASSE	CHASSEURS JOUR(S)/PERSONNE(S)	ABATS			SUCCÈS
		TÉTRAS	GÉLINOTTES	LIÈVRES	
ÉTAPE	253	154	79	10	0,92
SECTEUR LAUNIÈRE (Quotidienne)	391	62	21	4	0,21
GÎTE-DU-BERGER/LA PASSE	302	26	523	-	1,82
CYRIAC	43	11	44	7	1,28
MONTAGNAIS	202	44	224	-	1,33
SECTEUR MERCIER (Quotidienne)	163	60	25	4	0,52
TOTAL :	**1 354**	**357**	**916**	**25**	**0,94**

* Les lièvres abattus ne sont pas comptabilisés dans le succès puisqu'il n'y a pas de limite de prise.

PÊCHE

Statistiques de pêche - Saison 2012

SECTEUR DE PÊCHE : LAC-DES-NEIGES			
GÉRANCE: LAC-DES-NEIGES			
ESPÈCE : OMBLE DE FONTAINE (TRUITE MOUCHETÉE)			
NOM DU PLAN D'EAU	NOMBRE DE CAPTURES	MASSE MOYENNE (G)	SUCCÈS MOYEN (J)
Asticot	30	106,7	15,0
*Fradette	1362	86,7	10,9
*Gamache	1277	117,3	11,3
*Lily, des	302	87,9	7,4
*MacLeod	317	200,8	4,9
*Neiges, des	1252	230,3	1,9
*Neiges, rivière des	144	82,4	5,0
*Rainettes, des	336	100,6	12,9
Tristan	39	255,0	7,8

SECTEUR DE PÊCHE : LAC-DES-NEIGES			
GÉRANCE: LAC-DES-NEIGES			
ESPÈCE : TOULADI (TRUITE GRISE)			
NOM DU PLAN D'EAU	NOMBRE DE CAPTURES	MASSE MOYENNE (G)	SUCCÈS MOYEN (J)
*Neiges, des	292	1273,0	0,5

SECTEUR DE PÊCHE : GIROUX			
GÉRANCE: LAC-DES-NEIGES			
ESPÈCE : OMBLE DE FONTAINE (TRUITE MOUCHETÉE)			
NOM DU PLAN D'EAU	NOMBRE DE CAPTURES	MASSE MOYENNE (G)	SUCCÈS MOYEN (J)
*Fradette	1566	90,8	10,5
*Gamache	1203	115,7	9,5
*Lily, des	232	94,8	6,3
*Neiges, des	473	198,4	1,0
*Neiges, rivière des	91	117,6	6,5
Roza	191	83,8	10,1

SECTEUR DE PÊCHE : GIROUX			
GÉRANCE: LAC-DES-NEIGES			
ESPÈCE : TOULADI (TRUITE GRISE)			
NOM DU PLAN D'EAU	NOMBRE DE CAPTURES	MASSE MOYENNE (G)	SUCCÈS MOYEN (J)
*Neiges, des	68	2069,1	0,3

Statistiques de pêche
Saison 2013

PÊCHE EN HÉBERGEMENT, SECTEUR CHALETS CAMP GIROUX

OMBLE DE FONTAINE			
Nom du plan d'eau	Total des captures (poissons)	Masse moyenne (grammes)	Succès de pêche* (poissons/j-p)
Fradette, Lac	957	102	10.0
Gamache, Lac	960	120	9.0
Lily, Lac	46	133	5.8
Neiges, Lac des	1396	182	2.4
Neiges, rivière des	71	79	5.9
Rainettes, Lac des	450	108	9.2
Roza, Lac	177	83	0.7

TOULADI			
Nom du plan d'eau	Total des captures (poissons)	Masse moyenne (grammes)	Succès de pêche* (poissons/j-p)
Neiges, Lac des	146	932	0.8

Statistiques de chasse et de pêche (http://www.sepaq.com/rf/lau/information.dot, accès le 24 novembre 2014)

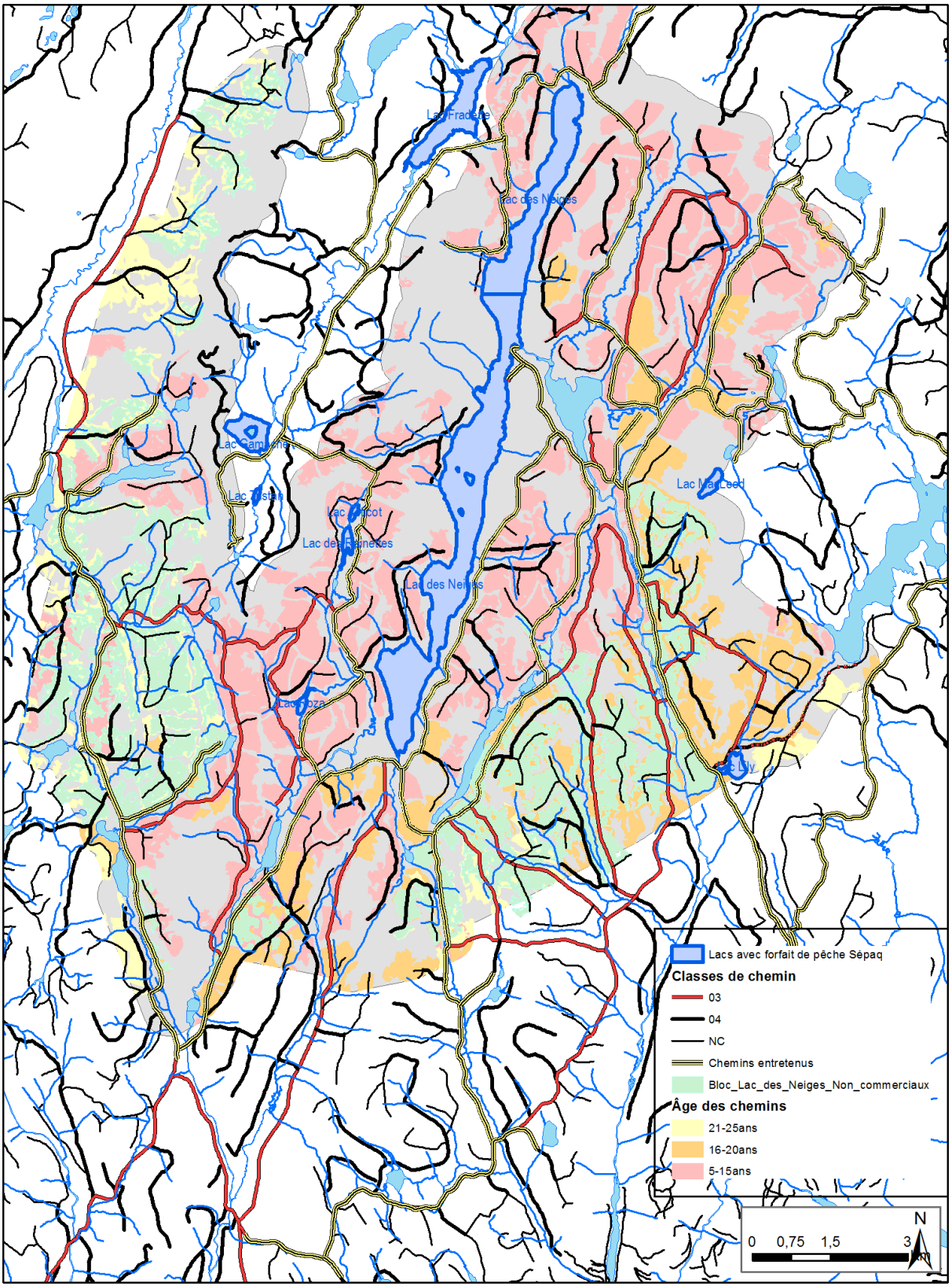
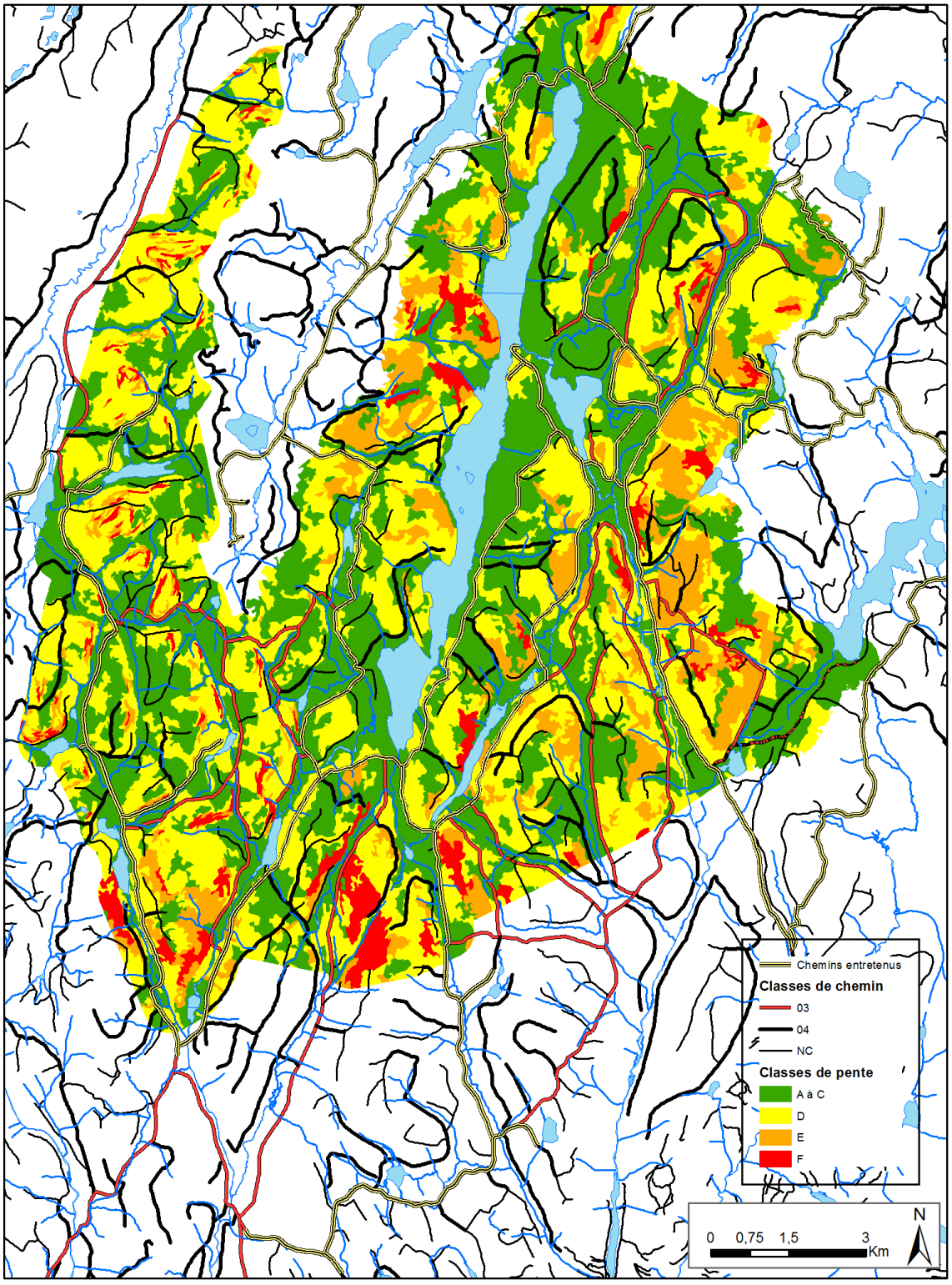


Figure 28. Localisation des lacs où il y a des forfaits de pêche de la Sépaq

ANNEXE 3. CLASSES DE PENTE SUR LE TERRITOIRE D'ÉTUDE