

**DÉPARTEMENT DES SCIENCES DU BOIS ET DE LA FORÊT
FACULTÉ DE FORESTERIE, DE GÉOGRAPHIE ET DE GÉOMATIQUE
UNIVERSITÉ LAVAL**

**Élaboration d'une nouvelle planification du réseau de voirie forestière du
bassin versant de la rivière Dartmouth en fonction de l'analyse de l'impact du
réseau de voirie actuel sur le saumon d'Atlantique et le caribou forestier**

Travail présenté à
Sylvain Jutras

Par
Ludovic Fortin

Québec, 3 avril 2023

Résumé

Ce rapport démontre la pertinence d'élaborer une bonne planification du réseau des chemins forestiers afin de trouver des solutions par rapport aux impacts que les chemins forestiers peuvent avoir sur le saumon de l'Atlantique et le caribou forestier. L'élaboration d'un portrait du bassin versant de la rivière Dartmouth et l'analyse de la voirie forestière et de son état permettront de cibler des chemins précis afin de les analyser à l'aide du guide des saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation (Jutras et coll., 2022) et de choisir le type de fermeture adéquat pour élaborer un nouveau réseau de voirie forestière. L'analyse de 12 bassins versants de grandeurs variables se retrouvant en amont de la fosse Louison sur la rivière Dartmouth a été effectuée et il y a la possibilité de fermer de façon permanente 39,64 km de chemins forestiers et de fermer de façon temporaire 49,94 km de chemins forestiers. Les 116,04 autres km seront à être entretenus afin de conserver en bon état la voirie nécessaire à l'utilisation de la forêt. Le nombre de kilomètres de chemins forestiers qu'il serait possible de fermer avec l'utilisation du guide n'est pas à ignorer étant donné qu'une réduction de la densité de kilomètres de chemins par kilomètres carrés permettrait d'éviter d'endommager l'habitat essentiel du saumon de l'Atlantique. Ce guide est donc un bel outil qui pourrait servir à l'élaboration de plans de fermeture de chemins afin de conserver l'habitat du saumon et de réduire la pression des prédateurs sur le caribou forestier.

Table des matières :

1. Introduction.....	4
1.1 Contexte actuel de la voirie forestière du bassin versant de la Dartmouth.....	4
1.2 Objectifs du projet.....	6
1.3 Territoire à l'étude.....	8
2. Méthodologie.....	9
2.1 Identification des frayères et des refuges thermiques de la rivière Dartmouth.....	9
2.2 Calcul de la densité de chemins dans les bassins versants.....	12
2.3 Identification des chemins à usage fréquent et à usage unique.....	13
2.4 Identification des types de sols propices à l'apport de sédiments.....	14
2.5 Analyse de l'état des chemins.....	16
2.6 Analyse des volumes de bois disponibles à proximité des bassins versants.....	17
2.7 Choix des chemins à fermer et type de fermeture.....	19
2.8 Identification de l'aire de répartition du caribou forestier.....	19
3. Résultats de l'analyse et proposition du nouveau réseau de voirie forestière.....	20
4. Discussion.....	29
5. Conclusion.....	31
6. Remerciements.....	31
7. Bibliographie.....	32

2. Introduction

2.1 Contexte actuel de la voirie forestière du bassin versant de la Dartmouth

Il y a plus de 476 000 kilomètres de chemins en forêt publique au Québec (MFFP, 2021). La principale raison de la présence de chemins en forêt est l'implantation de chemins par les industriels afin de permettre l'extraction de bois. Ensuite, les chemins sont légués en chemins multiusages, donc tous les utilisateurs de la forêt peuvent les utiliser. La problématique des chemins forestiers survient lorsque ces chemins ne sont plus utilisés par les compagnies forestières, car ce sont elles qui les entretiennent durant leurs opérations et car lorsqu'ils ne sont plus utilisés, les industriels ne sont pas dans l'obligation de fermer ou de désactiver les chemins. Après leur vie utile, les chemins se détériorent progressivement et les infrastructures permanentes comme les ponceaux et les conduits de drainage installés demeurent en place et perdent beaucoup d'efficacité au fil des années. Les chemins principaux, eux, sont bien entretenus, car ils sont encore utilisés fréquemment afin d'accéder à d'autres secteurs. Les chemins peu ou pas utilisés sont un problème, car la surface de roulement se détériore, ce qui crée un apport supplémentaire en sédiments dans les eaux de pluie et les eaux d'écoulement des fossés. Le manque d'entretien a pour effet d'augmenter le ruissellement sur la surface de roulement, ce qui lessive des sédiments fins se retrouvant au travers des différents types de matériel utilisé pour la construction de chemins. Les ponceaux se détériorent eux aussi étant donné que selon le type de ponceau utilisé, ils ont une durée de vie différente allant de 25 à 100 ans et plus. Pour les tuyaux en tôle d'acier ondulée galvanisée à joint hélicoïdal agrafé, qui sont plus souvent appelé TTOG, leur durée de vie lorsque utilisé comme ponceau à usage forestier est d'environ 25 à 50 ans. Pour le même type de tuyau, il est possible d'avoir un tuyau en aluminium au lieu de l'acier, ce qui augmente sa durée de vie à environ 50 à 75 ans. Pour ce qui est des tuyaux en plastique ou à revêtement en polymère, leur

durée de vie devient d'environ 75 ans jusqu'à plus de 100 ans (Armtec, 2022). La problématique du milieu forestier est que les chemins implantés ont parfois un âge excédant la vie utile de ces installations. La détérioration de ces infrastructures accélère la dégradation des chemins et augmente de même l'apport en sédiments dans les cours d'eau.

Étudier la voirie à l'échelle du bassin versant est la meilleure façon d'observer l'impact des modifications anthropiques de l'hydrologie forestière. La principale menace de la voirie forestière est l'apport externe de sédiments dans les cours d'eau, soit grâce aux traverses de cours d'eau qui sont un point de contact direct avec les cours d'eau ou grâce aux chemins qui par leur simple construction facilitent les apports en sédiments. La récolte de bois exerce aussi une influence sur l'eau d'un bassin versant. Lorsqu'elle est mal réalisée ou de façon excessive, la récolte augmente les débits de crue, elle augmente les sédiments en suspension dans les eaux d'écoulement, elle augmente le lessivage d'éléments nutritifs et elle augmente la température de l'eau (Jutras, 2021). En observant la construction de la voirie forestière et la proportion de récolte sur un bassin versant, il est possible d'analyser les effets négatifs potentiels à son exutoire pour l'habitat du saumon de l'Atlantique. Les principaux effets négatifs pour le saumon et son habitat sont l'augmentation de la sédimentation et de la température de l'eau, étant donné que plusieurs refuges thermiques et de frayères se situent à la sortie des bassins versants.

De plus, la forte présence de chemins forestiers sur le territoire Gaspésien est très dangereuse pour la survie du caribou forestier présentement en piteux état. Quelques projets de fermeture de chemins ont vu le jour afin de protéger cette espèce, comme dans la réserve faunique de Matane où plusieurs kilomètres de chemins ont été fermés afin de réduire la pression des prédateurs. La présence de chemins accélère et facilite énormément le déplacement des prédateurs sur le territoire, comme le loup gris et l'ours noir qui sont des prédateurs du caribou forestier. En réduisant la

quantité de chemins forestiers, il serait possible de réduire les rencontres entre les prédateurs et les caribous, surtout au printemps lorsque les caribous femelles mettent bas et que leurs veaux sont très vulnérables à l'opportunisme des ours noirs (Bergeron et coll., 2022).

2.2 Objectifs du projet

Le premier objectif du projet est de faire une analyse poussée du territoire à l'étude afin de connaître les caractéristiques particulières des chemins. Il faut donc analyser la densité de chemins, les types de sols, l'état des chemins, les dates de construction ou de réfection de chemins, les volumes de bois disponibles dans les bassins versants et près des chemins, le nombre de ponceaux et la proximité des chemins de la rivière Dartmouth. Une fois qu'un portrait du territoire aura été dressé, l'identification des chemins ayant le plus gros potentiel de causer un impact négatif en apport en sédiments et sur la présence de prédateurs sur territoire du caribou forestier va permettre de mieux cibler les chemins et les types de chemins qu'il faut prioriser pour une fermeture temporaire ou complète.

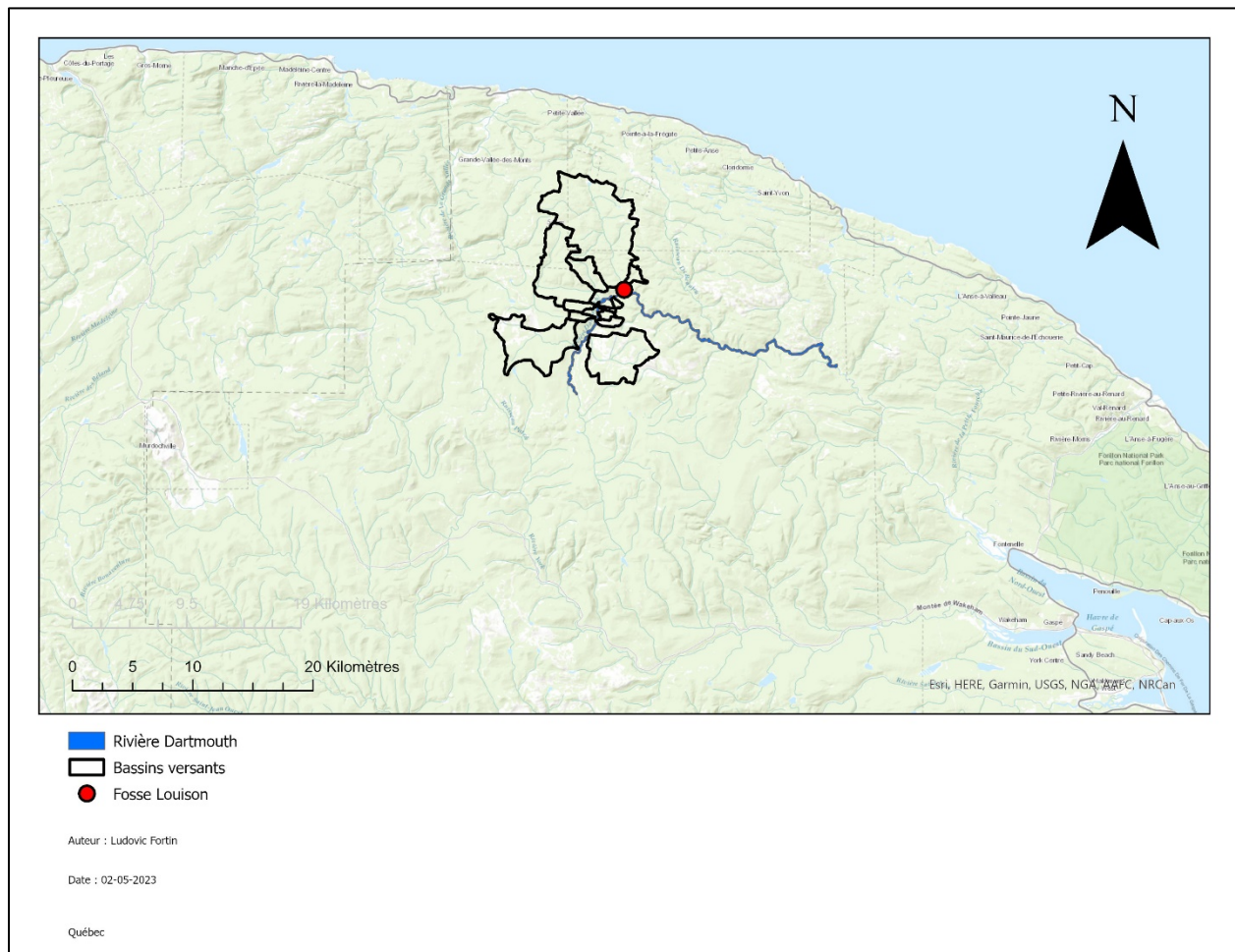
Après avoir identifié les chemins et les caractéristiques recherchés, une analyse plus en profondeur de chaque chemin ayant été identifié comme ayant le plus grand potentiel destructeur pour les cours d'eau sera faite afin d'y associer le type de fermeture le plus adéquat. En ayant décidé le type de fermeture pour chaque chemin, il sera finalement possible de dresser un nouveau modèle de réseau de chemins forestiers pour les bassins versants identifiés, tout en prenant en compte les opérations forestières. Le but est donc de réduire la quantité de chemins sur le territoire afin de réduire son impact environnemental, tout en considérant et en améliorant le réseau de chemins forestiers pour les opérations forestières.

Voici les objectifs sous forme de liste :

- 1- Analyser la densité de chemins, les types de sols, l'état des chemins, les dates de construction ou de réfection de chemins et la proximité des chemins de la rivière Dartmouth.
- 2- Identifier les chemins ayant le plus d'impact sur la sédimentation et sur la présence de prédateurs sur le territoire du caribou forestier.
- 3- Analyser le type de fermeture le plus adéquat pour les chemins identifiés comme étant les plus destructeurs.
- 4- Construire un nouveau modèle de réseau de chemins forestiers pour l'entièreté du bassin versant sans nuire aux opérations forestières.

2.3 Territoire à l'étude

Le territoire à l'étude se retrouve en amont de la rivière Dartmouth soit entre Grande-Vallée et Gaspé sur un territoire principalement opéré par l'usine de sciage GDS Granval. Dans le bassin versant de la Dartmouth, 12 bassins versants se retrouvant près de la fosse à saumon Louison sur la rivière Dartmouth ont été identifiés pour ce projet. Les 12 bassins versants ont tous des superficies différentes afin d'avoir un portrait un peu plus général des chemins sur le territoire de la Dartmouth. Ils ont été identifiés à cet endroit, car c'est l'une des dernières fosses où les biologistes de l'organisme Société de gestion des rivières de Gaspé inc. ont retrouvé des frayères.



Carte 1 : Emplacement des bassins versants sur le territoire

3. Méthodologie

3.1 Identification des frayères et des refuges thermiques de la rivière Dartmouth

Pour identifier les frayères à saumon, il est impératif de faire une descente complète de la rivière en canot étant donné que c'est la manière la plus rapide et efficace de les identifier. Avec l'aide d'un « look-à-tout »¹ et d'un GPS, en descendant la rivière à l'automne lors de la période de frai, il est possible d'identifier des endroits où les femelles ont préparé leur frayère pour y déposer leurs œufs. Dans ces endroits, le gravier a été dégagé de ses algues et de la saleté et il paraît « plus propre » et donc facilement identifiable. C'est alors qu'avec un GPS, il est possible de compter et de géoréférencer chaque endroit de fraie de la rivière. Les frayères se retrouvent majoritairement dans des fosses qui sont des endroits où le lit de la rivière est souvent plus creux (20 à 200 cm), où la température de l'eau est plus fraîche (2 à 8 °C) et le courant est plus uniforme (0,4 à 1 m/s), ce qui permet au saumon de dépenser moins d'énergie pour rester en place et correspond à un meilleur endroit pour que les œufs s'installent dans le gravier (galets de 1 à 10 cm) après la fraie (Hotte et Quirion, 2003). C'est aussi un endroit qui assure une bonne circulation de l'oxygène dans l'eau, ce qui permet une bonne oxygénation pour les poissons et leurs œufs (Hotte et Quirion, 2003).

Pour identifier les refuges thermiques, il y a plusieurs méthodes possibles. La plus courante est celle où des sondes sont installées dans des endroits stratégiques dans la rivière afin d'enregistrer les variations de température, surtout lors de périodes de canicule et d'étiage. Les endroits précis sont souvent près des sorties de ruisseaux et près de sources d'eau souterraine qui se jettent dans la rivière et qui ont une température souvent plus froide que celle de la rivière. Ces endroits représentent des refuges pour les poissons lorsque l'eau devient chaude, étant donné que les

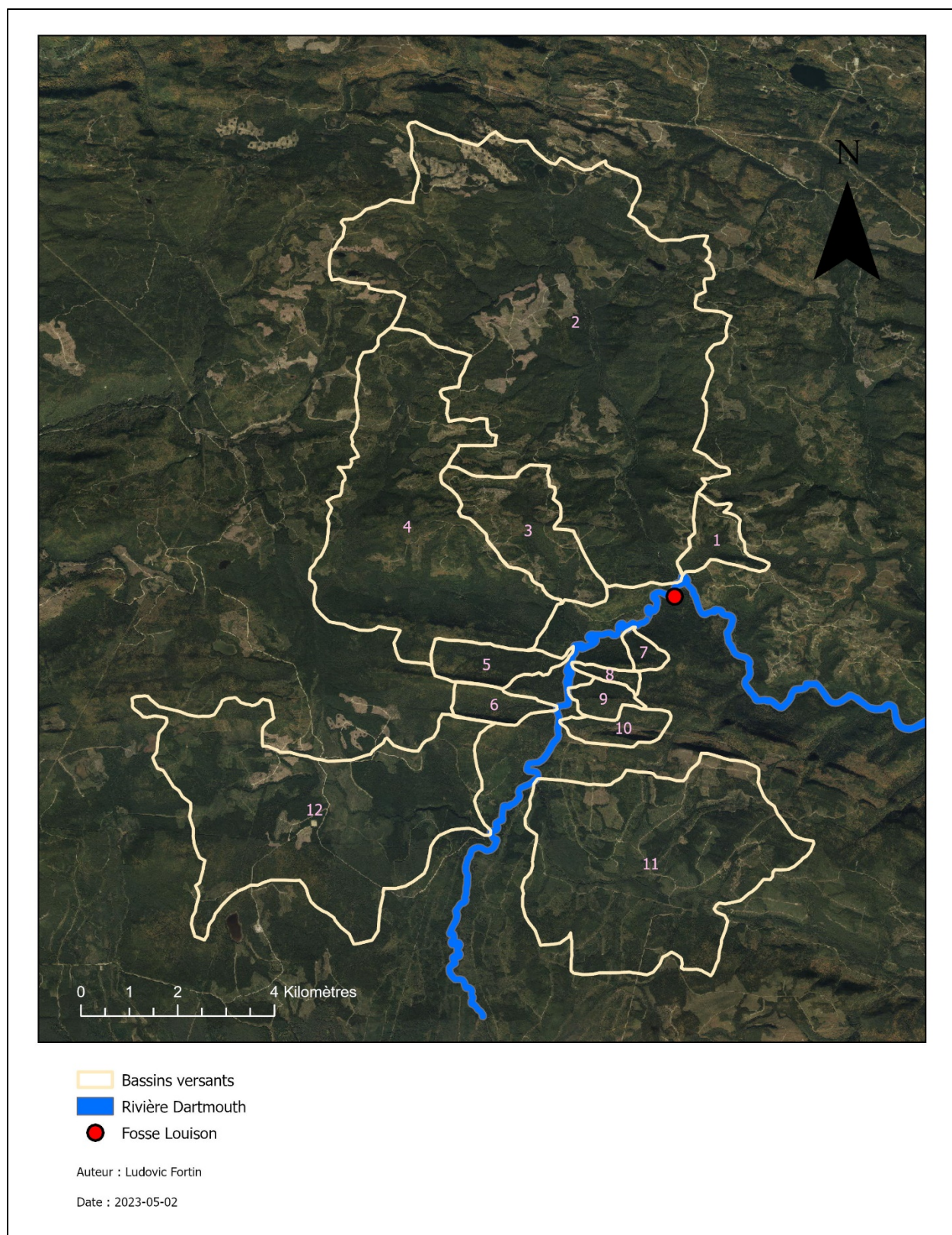
¹ Le look-à-tout est une boîte fermée avec deux ouvertures et une série de trois miroirs qui permet de voir dans l'eau avec le même principe qu'un périscope. C'est un instrument utilisé fréquemment par les pêcheurs de saumon.

saumons ne peuvent pas réguler leur température corporelle. Une température de l'eau au-dessus de 20 °C pour une période prolongée peut causer leur mort (Dugdale, 2014).

Une autre méthode est de survoler la rivière à l'aide d'un drone muni d'une caméra thermique qui permet d'enregistrer la température de l'eau en surface lors du survol. De cette manière, il est possible d'identifier les refuges thermiques valorisés par les poissons.

Grâce au directeur général de la Société de gestion des rivières de Gaspé inc., Rémi Lesmerises, il a été possible d'obtenir l'entièreté des données afin de compléter une analyse sur les endroits ayant la plus grande concentration de frayères et de refuges thermiques sur la rivière Dartmouth. La section de la rivière se trouvant le plus en amont a donc été ciblée, car c'est l'emplacement où il y a de nombreux refuges thermiques et la plus grande concentration de frayères, tout en étant aussi un endroit où il y a beaucoup d'opérations forestières, dont les opérations des scieries GDS.

Les bassins versants ont été identifiés manuellement en sélectionnant différents cours d'eau se jetant dans la rivière Dartmouth près et en amont de la fosse Louison. Les cours d'eau sélectionnés étaient aléatoires et de grosseurs différentes afin d'obtenir une variété de grosseurs de bassins versants. Avec l'aide des courbes de niveau, des lits d'écoulements potentiels et du modèle numérique de terrain ombré issu du LiDAR, les bassins versants ont été tracés à la main et identifiés de 1 à 12.



Carte 2 : Carte des bassins versants et de la fosse Louison

3.2 Calcul de la densité de chemins dans les bassins versants

Les jeux de données publiques du Québec dont la couche Adresse Québec réseau plus (AQRéseau+) sont des jeux de données du réseau routier québécois autant pour les routes résidentielles que les chemins forestiers. Avec l'aide de Mathieu Piché-Laroque de chez GDS et la couche AQRéseau+, il a été possible d'identifier tous les chemins répertoriés sur la superficie des bassins versants en intersectant la couche AQRéseau+ et les bassins versants pour ensuite calculer la longueur géodésique en kilomètres de chacun des chemins selon leur classe. Les classes qui ont été utilisées pour le calcul de la longueur des chemins qui pourraient être fermés sont les chemins de classe quatre et cinq qui sont principalement utilisés pour l'extraction du bois. Ce sont ces classes de chemins qui sont laissées le plus souvent à l'abandon à la suite du transport de bois. Toutes les autres classes n'ont pas été retenues dans le calcul de la longueur de chemins à fermer, car elles correspondent soit à des classes qui ne peuvent pas être fermées étant donné qu'elles donnent accès au territoire comme les classes un, deux et trois ou des classes qui ne sont pas pertinentes pour la fermeture de chemins comme les chemins d'hiver étant donné qu'ils sont déjà démunis de leurs infrastructures permanentes. Avec la superficie des bassins versants et la longueur des chemins, un rapport de densité a été effectué afin de connaître la densité de chemins par bassin versant tel que présenté dans le tableau 1. À ce tableau a été ajouté ce qui se trouve à la sortie de chaque bassin versant, soit une frayère ou un refuge thermique ainsi que le nombre qui s'y retrouve.

Tableau 1 : Densité de chemins par bassin versant avec le nombre de frayères ou de refuges thermiques à sa sortie

Numéro du bassin versant	Superficie (km ²)	Longueur des chemins (km)	Densité de chemins (km/km ²)	Fin du bassin versant
1	1,49	2,11	1,42	Refuges thermiques (5) et frayères (4)
2	44,02	70,64	1,60	Refuges thermiques (8) et frayères (4)
3	4,78	13,72	2,87	Refuges thermiques (2)
4	18,89	40,04	2,12	Refuges thermiques (2)
5	1,84	0,00	0,00	Refuges thermiques (0)
6	1,17	0,94	0,80	Refuges thermiques (1)
7	0,49	0,76	1,56	Refuges thermiques (3)
8	0,38	1,81	4,83	Refuges thermiques (2)
9	0,83	3,59	4,33	Refuges thermiques (2)
10	1,25	4,60	3,69	Refuges thermiques (4)
11	18,64	43,33	2,32	Refuges thermiques (1)
12	20,16	24,07	1,19	Refuges thermiques (2)
Total	113,94	205,62	1,80	

3.3 Identification des chemins à usage fréquent et à faible usage

À la suite de conversations avec le surintendant des opérations forestières chez GDS, Guillaume Marin, les chemins principaux qui ne pourraient pas être fermés étant donné qu'ils permettent un accès direct au territoire ont été ciblés et retirés de la possibilité de fermeture. Les chemins principaux sont souvent les chemins les mieux entretenus et les ponceaux et traverses de cours d'eau sont vérifiés afin qu'ils maintiennent leur structure et leur utilité, soit la bonne circulation de l'eau et la sécurité des usagers. Toutefois, les chemins de classe quatre et cinq ont été retenus afin de pousser l'analyse de fermeture, étant donné que ce sont ces classes de chemins qui sont souvent laissées à l'abandon à la suite de la récolte et que leur décrépidité est un des facteurs les plus importants en apport en sédiments dans les cours d'eau, dû à leur manque d'entretien.

3.4 Identification des types de sols propices à l'apport de sédiments

La région à l'étude est principalement composée de monts et de hautes collines avec des vallées escarpées près des cours d'eau. La granulométrie selon le dépôt de surface peut souvent être la raison pour laquelle certains chemins sont plus propices à l'érosion nocive pour la faune des cours d'eau. La présence d'une grande proportion de particules fines dans certains sols peut potentiellement être très dommageable pour l'habitat du poisson. Lorsque transportées dans les milieux aquatiques, ces particules fines se déplacent plus loin dans les cours d'eau et elles vont obstruer la membrane des œufs de poisson, dont le saumon, et elles peuvent ainsi empêcher le bon développement de l'embryon ou tout simplement empêcher l'oxygène de pénétrer la membrane et causer la mort de l'œuf avant son éclosion (Hotte et Quirion, 2003). Ces particules fines sont souvent enfouies sous l'humus forestier et ne sont pas nécessairement lessivées par l'eau, à moins d'une perturbation du sol en surface.

L'orniérage n'a pas été considéré lors du projet étant donné que c'est peu présent lors des opérations forestières en Gaspésie. Dans les secteurs de la réalisation du projet, 81 % des sites étudiés ont un drainage de 10 à 30, soit de très bon à modéré, ce qui réduit beaucoup le risque d'orniérage.

La construction, la réfection et l'amélioration de chemins sont des activités qui exposent les particules fines à l'eau. En créant une surface de roulement lors de la construction, il est important d'avoir un matériel ayant une bonne proportion de matériau avec une granulométrie variable afin d'avoir une bonne adhésion et une bonne consistance permettant la confection d'une surface de roulement suffisamment lisse pour le déplacement de camionnettes et de véhicules lourds. Le problème survient lorsque ces surfaces de roulement sont laissées à l'abandon et que l'eau défait petit à petit le chemin. C'est pourquoi le dépôt de surface est pertinent pour l'étude, étant donné

que si le sol à proximité des chantiers de récolte est fortement composé de matériaux fins, il y a plus de risque de sédimentation dans les cours d'eau si le chemin n'est pas bien entretenu.

En utilisant les données des inventaires écoforestiers, il a été possible d'identifier les dépôts de surface et les types de drainage se retrouvant sur le site à l'étude. Le dépôt de surface principalement retrouvé sur le territoire est un sol composé de matériaux d'altération, soit le code de dépôt 8A. Ce type de dépôt est constitué de sédiments anguleux de dimensions variées. Il est généralement constitué de matériaux fins (d'argile à gravier) lorsqu'il provient du substrat rocheux sédimentaire et plus grossier (sable à cailloux) en milieu cristallin (Robitaille, 1988). C'est un dépôt de surface très variable, mais qui possède de bonnes qualités pour la construction de chemins, dont une bonne collusion et une bonne proportion de gravier par endroit. L'autre dépôt de surface qu'il est possible de retrouver en grande proportion est le dépôt de type 1A, soit un till indifférencié. Ce type de dépôt est un dépôt glaciaire de type lâche ou compact, sans triage, constitué d'une farine de roches et d'éléments variant d'anguleux à subanguleux. La granulométrie des sédiments peut varier de l'argile au bloc, selon les régions (Robitaille, 1988). Ces deux types de dépôts de surface sont bons pour la construction de chemins et posent très peu de problèmes pour les opérations forestières, dont peu d'orniérage et une facilité à être manipulés avec une pelle mécanique. Toutefois, puisque ces matériaux sont très largement utilisés pour construire les chemins forestiers, une grande quantité de particules fines sont exposées aux intempéries sur les surfaces de roulement. Si ces chemins ne sont pas régulièrement entretenus, l'érosion graduelle des particules fines qu'on y retrouve pose un problème potentiel pour leur apport et leur sédimentation dans les cours d'eau.

3.5 Analyse de l'état des chemins

Les chemins se retrouvent en majorité sur des plateaux au sommet des monts et collines et dans les vallées près des cours d'eau. Les chemins étant les plus dangereux pour l'apport en sédiments sont ceux se trouvant près des cours d'eau dans le fond des vallées et ce sont souvent eux qui sont les plus âgés et les plus utilisés. En observant la date d'implantation des chemins et des ponceaux, il est possible de dresser une liste des chemins étant les plus à risque de se détériorer. Ensuite, avec l'aide des photos aériennes et des outils dérivés du LiDAR, il est possible de valider ou d'infirmer la présence de détérioration en observant s'il y a présence de végétation ou d'eau dans le chemin.

Les chemins sur les bassins versants à l'étude ont premièrement été sélectionnés et organisés selon leur classe. Ils ont ensuite été inspectés afin d'identifier les erreurs de géo-interprétation et de classement. En Gaspésie, il y a eu de la prospection pétrolière et de gaz naturel, on retrouve donc de longs transects ressemblant à des chemins. Ces longs transects sont parfois encore utilisés par les chasseurs et il est possible d'identifier des sentiers de quatre-roues. Toutefois, pour ce projet, ils ne sont pas considérés comme des chemins étant donné qu'il n'y a pas d'installations de ponceaux. Ils sont donc exclus de la possibilité de fermeture et identifiés comme des chemins non carrossables (NC). Les chemins d'hiver ont aussi été exclus de la possibilité de fermeture de chemins, car ils sont absents de ponceaux et d'infrastructures permanentes comme le prohibe le RADF. On y retrouve aussi une grande quantité de chemins de quatre-roues et des chemins d'accès pour les campements forestiers. Ces chemins sont souvent des vieux chemins forestiers entretenus minimalement pour la circulation par les utilisateurs étant majoritairement des chasseurs. Il a été important de faire une vérification avec l'année d'implantation et de réfection s'il y a eu lieu afin de ne pas confondre les vieux chemins et les chemins encore carrossables. Les chemins non

carrossables ont été identifiés comme étant seulement accessibles en quatre-roues ou en motoneige l'hiver et qu'une camionnette aurait de la difficulté à s'y déplacer. Il y a aussi présence de sentiers pédestres et de chemins municipaux géo-interprétés comme étant des chemins forestiers, mais exclus de l'analyse. Ensuite, les photos aériennes des inventaires forestiers datant de 2016 ont été utilisées afin de faire une vérification supplémentaire de l'état des chemins. Plusieurs chemins d'extraction souvent classés en classe quatre ou cinq n'étaient plus carrossables et ont été spécifiés dans les tables attributaires par de vieux chemins (VC). Les critères de sélection des VC étaient la présence d'une ancienne surface de roulement qui était observable, mais où il y avait la présence de végétation ou d'eau comme un ruisseau ou un endroit humide. Ce sont ces chemins qui sont principalement ciblés pour une désactivation soit temporaire ou permanente, car les infrastructures permanentes en place sont celles les plus problématiques pour l'apport de sédiments dans l'eau.

3.6 Analyse des volumes de bois disponibles à proximité des bassins versants

Dans les bassins versants du projet, des coupes sont réalisées depuis les années 1970 jusqu'à aujourd'hui. Le bassin versant de la Dartmouth est un endroit très riche et propice pour la récolte de bois, surtout avec la présence d'aire d'intensification de la production ligneuse (AIPL) (MRNF, 2023). La présence d'AIPL signifie que les opérations se déroulent régulièrement dans ce secteur. Dans les bassins versants identifiés pour l'étude, il est important d'identifier les coupes récentes et les coupes qui suivront dans les prochaines années. Un modèle en couleur gradué par hauteur d'étage dominant a été effectué afin d'avoir un portrait général des coupes récentes et des hauteurs représentant un peuplement d'âge mature prêt pour la récolte. Afin de valider ces informations, la table attributaire de la couche des peuplements écoforestiers permet d'identifier les secteurs qui ont subi des coupes forestières et ainsi identifier des peuplements qui sont prêts à être récoltés. Il est aussi important d'identifier le type de coupe réalisé, étant donné que l'horizon de temps pour

une deuxième récolte diffère selon le type de coupe. En moyenne, dans une AIPL à la suite d'une coupe totale, une nouvelle récolte peut être réalisée à partir de 65 ans si l'indice de qualité de station (IQS) est très bon. Sinon, en sapinière à bouleau blanc en Gaspésie, l'horizon de temps pour une autre récolte sur la même superficie est d'autour de 70 à 90 ans.

Le type de prescription est aussi important étant donné que l'horizon de temps pour la deuxième passe dans une coupe partielle (CP) est beaucoup plus court que celui d'une coupe totale (CT). Une fermeture permanente du chemin ne peut donc pas être faite si la deuxième passe est prévue prochainement, soit dans moins de 25 ans, sinon il est aussi possible de faire une désactivation partielle.

Le volume de bois aux alentours permet de conserver ou non un chemin étant donné que si dans les prochaines années les coupes se retrouvent dans des secteurs très rapprochés, il n'est pas pertinent de fermer un chemin temporairement. L'analyse des volumes de bois restants et des secteurs de coupe près des bassins versants permet d'ajouter un critère de sélection pour la fermeture permanente ou temporaire des chemins afin de réduire la sédimentation causée par l'abandon des chemins et le manque d'entretien.

Pour l'identification des peuplements forestiers à considérer pour le projet, une zone tampon d'un kilomètre a été appliquée sur les bassins versants à l'étude afin de considérer la présence de bois selon leur hauteur dominante près des chemins et dans les alentours. Avec les outils dendrométriques fournis par le LiDAR, les hauteurs dominantes des peuplements ont été regroupées en 5 intervalles de hauteur, soit les peuplements de 0 m, de 0,1 à 10,6 m, de 10,6 à 13,8 m, de 13,8 à 16,3 m et des 16,3 à 24,0 m. Dans la classe de 0 m, tous les lacs, les dénudés humides, les aulnaies, les chemins et les infrastructures ont été retirés afin de conserver uniquement les peuplements ayant été récoltés et qui sont en processus de régénération.

3.7 Choix des chemins à fermer et type de fermeture

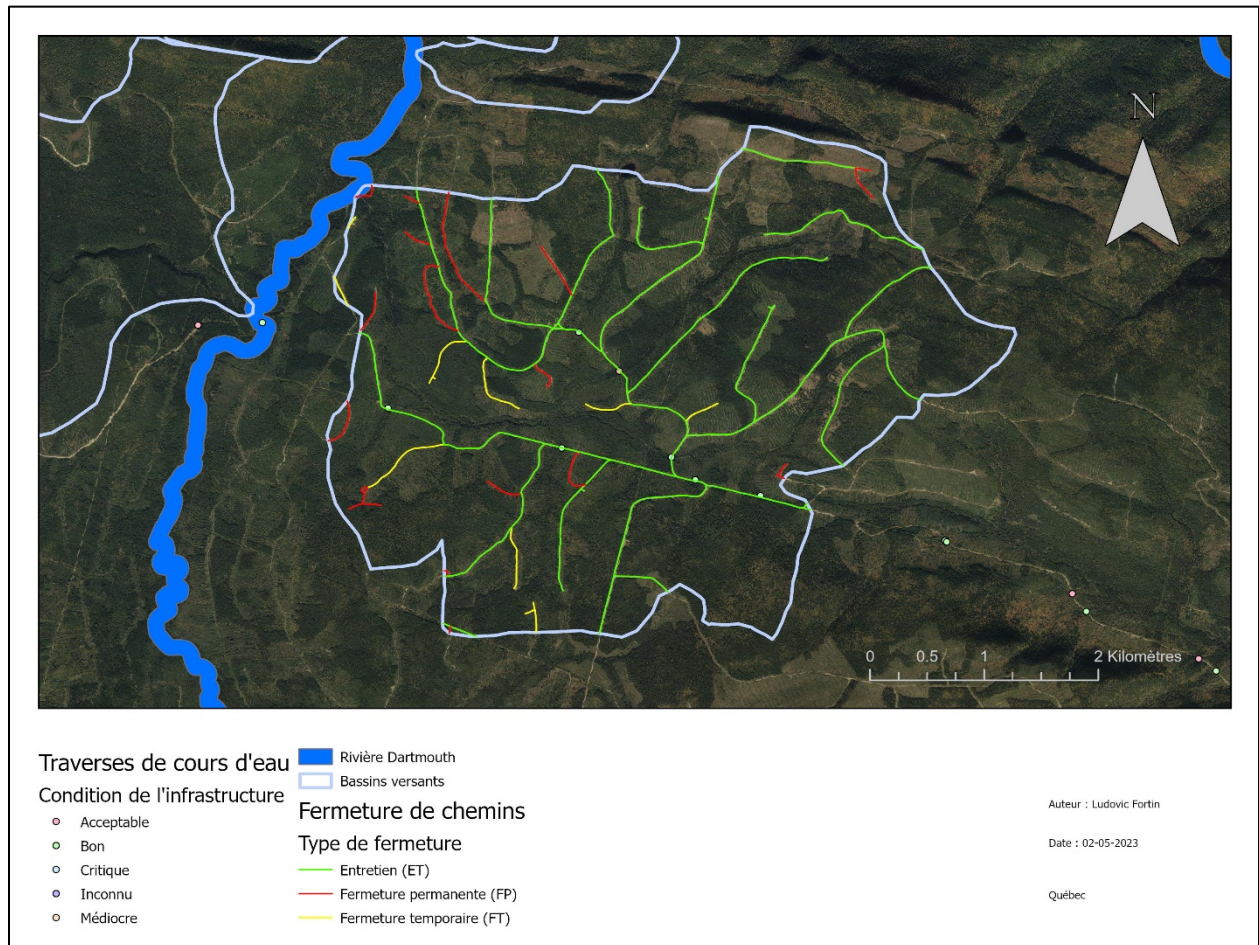
En utilisant les méthodes de sélection mentionnées dans les étapes précédentes, il est possible de faire un choix sur les chemins qui seront possiblement fermés et sur quel intervalle de temps. Pour choisir le type de fermeture, les chemins sélectionnés seront analysés selon la grille d'aide à la décision du Guide de saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation (Jutras et coll., 2022). La concaténation des essences et des groupements d'essences et de leur proportion en volume brut utilisable fournie par la composition dendrométrique LiDAR a aussi été une donnée d'aide à la décision des désactivations de chemins afin de comparer la classe d'âge des peuplements avec la hauteur dominante et ainsi repérer les peuplements prêts à la récolte d'ici 25 ans ou moins.

3.8 Identification de l'aire de répartition du caribou forestier

À la suite de recherches sur l'aire de répartition du caribou forestier, il est possible de conclure que le caribou forestier gaspésien n'est pas présent et n'a jamais été présent sur la superficie de cette étude. Le caribou ne sera donc pas considéré dans la planification de fermeture de chemins. Toutefois, cette méthodologie peut être appliquée dans le cas où il est possible de retrouver le caribou forestier sur les mêmes superficies que le saumon, soit dans les alentours de la rivière Sainte-Anne dans les Chic-Chocs, par exemple. Même si les caribous ne sont pas directement liés à la méthodologie de fermeture de chemins dans cette étude, ils peuvent toujours en bénéficier étant donné que la forte densité de chemins forestiers est un des facteurs qui nuit le plus à leur habitat et à leur survie.

4. Résultat de l'analyse et proposition du nouveau réseau de voirie forestière

L'analyse de la possibilité de fermeture et de désactivation temporaire des chemins forestiers a été effectuée sur les 12 bassins versants du projet. Toutefois, la prochaine carte démontre le résultat final de l'application de la méthodologie sur un seul bassin versant ayant la plus grande densité de chemins.



Carte 3 : Exemple de l'application de la méthodologie sur le bassin versant #10

Les chemins considérés comme étant des chemins principaux permettant l'accès au territoire ont été identifiés avec la couleur verte et la donnée ET pour « entretien » étant donné qu'aucune désactivation n'est faite, que l'entretien normal par les industriels est pris en compte et qu'il y a

peut-être une réfection nécessaire selon le chemin. Les autres chemins ayant la lettre ET sont les chemins qui sont conservés dans leur état « ouvert », car il y a présence de bois à maturité ou qui atteindra sa maturité en moins de 25 ans. Les peuplements qu'il est possible de retrouver près de ces chemins sont majoritairement des peuplements de sapin âgé de 60 ans et plus et ayant une hauteur dominante supérieure à 10 m.

Les chemins ayant la couleur jaune sont les chemins qui ont été identifiés pour effectuer une fermeture ou une désactivation temporaire (FT). Les chemins avec une FT ont été choisis selon la présence d'opérations forestières récentes où les infrastructures sont encore en bon état. Il est donc possible d'effectuer une désactivation temporaire afin de conserver l'état du chemin et de ralentir le plus possible sa détérioration tout en maintenant la possibilité d'une réactivation pour des coupes et du transport de bois dans le futur. Les peuplements qu'il est possible de retrouver près de ces chemins sont des peuplements très jeunes ou des peuplements âgés de 50 ans et plus et ayant une hauteur de 7 m et plus. La récolte sera favorable dans un horizon de temps de moins de 25 ans, tout en étant un horizon de temps légèrement plus élevé que celui des chemins classés ET.

Les chemins ayant la couleur rouge sont les chemins qui ont été identifiés afin d'effectuer une fermeture permanente (FP). Ces chemins sont ceux qui n'auront plus d'utilité dans 25 ans et plus et qui sont en mauvais état. Les chemins choisis sont composés de chemins très près de la rivière Dartmouth, de chemins dans les fonds des fourches où il ne reste plus de bois à récolter et de chemins qui ont des « doublons », ce qui signifie qu'un autre chemin près peut être utilisé et qu'il n'est pas donc pas nécessaire d'avoir deux chemins différents. Les doublons retirés ont été analysés afin qu'ils ne correspondent pas à des chemins permettant de répondre à des contraintes opérationnelles comme des pentes trop fortes, la présence de cours d'eau ou une distance de débardage trop longue excédant 400 m. Les chemins se retrouvant à de mauvais endroits ou faisant

des détours et nécessitant une meilleure planification opérationnelle ont été identifiés comme FP. L'utilisation des pentes LiDAR a été très utile pour cette sélection ainsi que pour l'identification de chemins utilisés pour la récolte entre deux contraintes qui pourront bénéficier d'une FP à la suite des opérations forestières. Les peuplements qui se retrouvent près de ces chemins sont généralement âgés de moins de 50 ans et la hauteur dominante se situe sous le 7 m. Les chemins d'accès menant à des campements de villégiature ont été considérés comme FP étant donné qu'ils sont utilisés souvent très peu chaque année et qu'il s'agit de chemins d'accès en camionnette. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir de grosses infrastructures permanentes, à moins que le propriétaire du bail prenne en charge la construction d'infrastructures permettant un déplacement plus adéquat pour son utilisation.

Tableau 2 : Représentation des fermetures de chemins du bassin versant 11

Type de fermeture	Somme (km)	Pourcentage de fermeture (%)
Entretien (ET)	32,90	75,92
Fermeture temporaire (FT)	4,14	9,55
Fermeture permanente (FP)	6,30	14,54
Total	43,33	100

La longueur totale des chemins du bassin versant sélectionnés pour l'analyse préliminaire est de 43,33 km. Après la sélection du type de fermeture utilisée, 10,44 km de chemins pourraient être désactivés soit 6,30 km en fermeture permanente et 4,14 km en fermeture temporaire, ce qui équivaut à 14,54 % et 9,55 % de la longueur totale du réseau routier se trouvant sur la surface du bassin versant. Il serait important d'envisager ces fermetures afin de réduire la densité de chemins sur le bassin versant et ainsi réduire l'apport en sédiments dans les cours d'eau. Cette

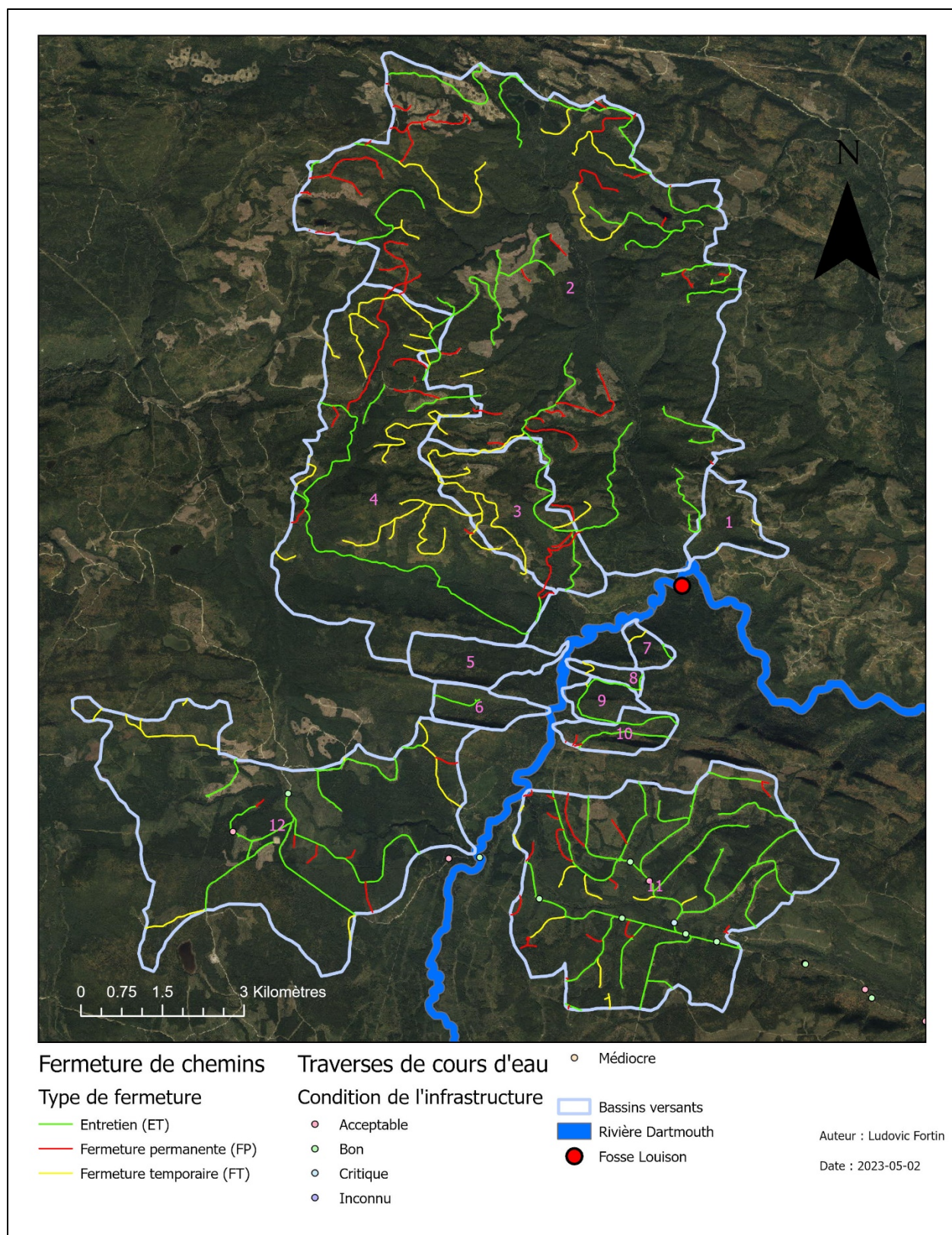
réduction de superficie utilisée par les chemins pourrait augmenter la superficie forestière productive et surtout réduire l'impact de la voirie sur les écosystèmes aquatiques et le saumon de l'Atlantique.

L'analyse a ensuite été réalisée sur l'entièreté des bassins versants afin d'obtenir le tableau 3 où les bassins versants sont ordonnés de la plus grande superficie à la plus petite.

Tableau 3 : Représentation des fermetures de chemins selon l'ordre décroissant des superficies des bassins versants

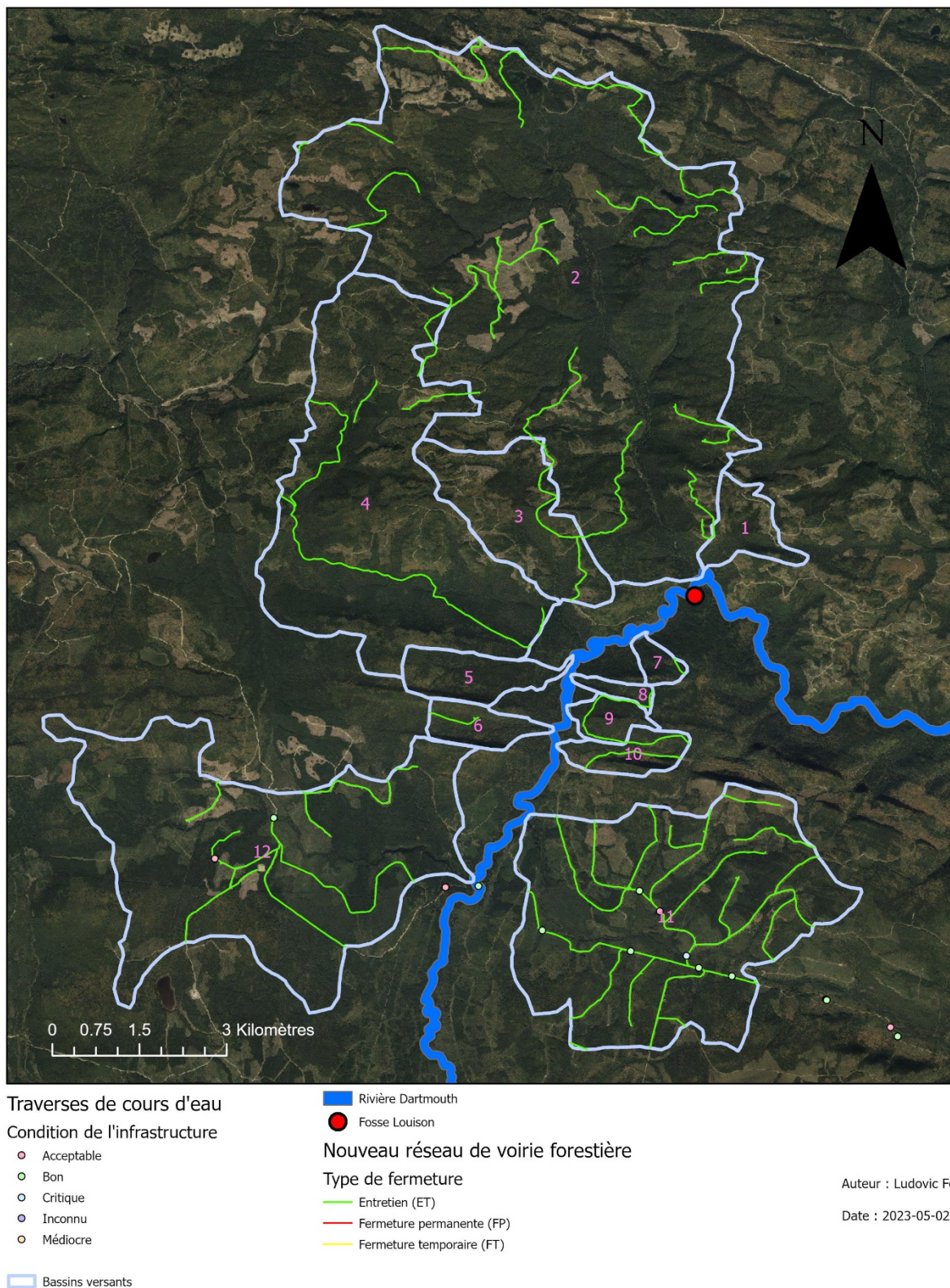
Numéro du bassin versant	Superficie (km ²)	Longueur des chemins (km)	Densité de chemins (km/km ²)	Somme ET (km)	Somme FT (km)	Somme FP (km)	Quantité ET (%)	Quantité FT (%)	Quantité FP (%)
2	44,02	70,64	1,60	38,37	11,80	20,48	54,31	16,70	28,99
4	18,89	40,04	2,12	12,47	19,60	7,97	31,14	48,95	19,91
11	18,64	43,33	4,05	32,90	4,14	6,30	75,92	9,55	14,54
12	20,16	24,07	1,19	15,58	6,35	2,14	64,73	26,38	8,89
3	4,78	13,72	2,87	4,45	6,88	2,39	32,46	50,15	17,39
5	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,49	2,11	1,42	1,87	0,24	0,00	88,61	11,39	0,00
10	1,25	4,60	3,69	4,24	0,00	0,36	92,18	0,00	7,82
6	1,17	0,94	0,80	0,94	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
9	0,83	3,59	4,33	3,52	0,07	0,00	97,95	2,05	0,00
7	0,49	0,76	1,56	0,35	0,41	0,00	45,67	54,33	0,00
8	0,38	1,81	4,83	1,36	0,46	0,00	74,79	25,21	0,00
Total	113,94	205,62	1,80	116,04	49,94	39,64	56,43	24,29	19,28

Au total, cela signifie que le réseau routier des bassins versants analysés près de la rivière Dartmouth pourrait être allégé de 39,64 km de chemins en réalisant une fermeture permanente et 49,94 km de plus en fermeture temporaire ce qui équivaut à 89,58 km de chemins qui pourraient être fermés ou désactivés, soit 43,57 % des chemins étudiés durant ce projet. La quatrième carte représente l'analyse finale des chemins selon leur type de fermeture.



Carte 4 : Résultat de l'analyse de la fermeture des chemins

Toutefois, un total de 116,04 km doit être entretenu par les industriels et les utilisateurs afin de maintenir le bon état des infrastructures déjà en place. Sur ces 116,04 km, il sera nécessaire d'effectuer une réfection sur tous les chemins identifiés comme VC et comme ET, ce qui correspond à une longueur de 16,97 km de chemins se retrouvant dans les bassins versants 2 et 4. Ces chemins représentent des coûts supplémentaires qui sont nécessaires au maintien du bon état de la voirie forestière qui sera utile lors des prochaines récoltes. La cinquième carte démontre le résultat final de l'analyse des fermetures de chemins possibles en retirant tous les types de fermetures et en conservant uniquement les chemins identifiés comme ET.



Carte 5 : Nouveau réseau de voirie forestière

L'article de WildEarth Guardians (2020) sur les conséquences de la voirie forestière sur l'environnement et sur l'atteinte d'une voirie durable démontre l'influence qu'a la densité des chemins sur la faune et l'environnement forestier. Le saumon de l'Atlantique n'est pas mentionné dans l'article, mais pour les salmonidés étudiés, il y a une relation inversement proportionnelle entre la population d'omble à tête plate (bull trout) et la densité des routes (Baxter et coll., 1999). Pour les autres populations de salmonidés, il y a une corrélation négative du succès de la fraie selon la densité de la voirie forestière et une corrélation négative de la densité de poissons selon la densité de la voirie forestière (Lee et coll., 1997). Quigley et coll. (1996) ont été en mesure d'identifier un seuil approximatif de tolérance pour certains salmonidés des États-Unis étant de 0,4 à 1,1 km/km² de chemins pour la superficie étudiée. Au-delà de ce seuil, les populations de salmonidés tendaient à diminuer drastiquement. En observant les densités obtenues au tableau 4, il est possible d'observer que 10 des 12 bassins versants sont au-dessus du seuil de 1,1 km/km². La moyenne de tous les bassins versants est aussi supérieure au seuil déterminé par Quigley et coll. (1996).

Tableau 4 : La densité de chemins selon le bassin versant.

Numéro du bassin versant	Superficie (km ²)	Longueur des chemins (km)	Densité de chemins (km/km ²)
2	44,02	70,64	1,60
4	18,89	40,04	2,12
11	18,64	43,33	4,05
12	20,16	24,07	1,19
3	4,78	13,72	2,87
5	1,84	0,00	0,00
1	1,49	2,11	1,42
10	1,25	4,60	3,69
6	1,17	0,94	0,80
9	0,83	3,59	4,33
7	0,49	0,76	1,56
8	0,38	1,81	4,83
Total	113,94	205,62	1,80

En enlevant la longueur des chemins de type FT et FP du total des chemins, il est possible d'obtenir un nouveau réseau de voirie forestière de 116,04 km de chemins qu'il suffit d'entretenir, ce qui correspond à une densité de chemins de 1,02 km/km².

5. Discussion

En récapitulant tous les résultats obtenus, il est possible d'observer que les bassins versants étudiés dans ce projet correspondent à 113,94 km² du bassin versant de la rivière Dartmouth et 205,62 km de chemins forestiers s'y retrouvent, ce qui correspond à une densité de 1,80 km/km². En réduisant la quantité de chemins accessible, le réseau de chemins forestiers passe de 205,62 km à 116,04 km et à une densité de 1,02 km/km² de chemins forestiers sur l'entièreté de la superficie étudiée. Ce résultat permet de quantifier la densité de chemins qu'il serait possible d'atteindre en appliquant le guide de saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation, car comme démontré, plusieurs chemins ne sont pas ou presque pas utilisés au courant de l'année et pourraient bénéficier d'une fermeture afin de réduire l'impact de la voirie sur l'environnement, plus précisément sur le saumon de l'Atlantique. En se basant sur la littérature de Quigley et coll. (1996) et leur seuil de tolérance calculé, la réduction de la densité de chemins permettrait d'être dans l'intervalle du seuil de tolérance ce qui pourrait améliorer et aider la population saumon de la rivière Dartmouth en maintenant le seuil de tolérance à un niveau acceptable pour l'espèce.

Plusieurs études ont été réalisées sur le saumon de l'Atlantique et les salmonidés du Québec par rapport à la voirie forestière étant dangereuse pour les espèces aquatiques. Comme c'est le cas du guide technique de l'élaboration de traverses de cours d'eau en aménagement des boisés et des terres privées pour la faune (Hotte et Quirion, 2003), les deux principaux problèmes de la voirie forestière pour les salmonidés du Québec sont l'entrave aux déplacements dans les cours d'eau et la sédimentation. À la lumière de ces études, plusieurs intervenants ont décidé de faire leurs propres démarches terrain comme c'est le cas d'Élie-Merlin Mercier-Ouellet, qui est présentement directeur de la ZEC de la rivière Mitis et qui a publié l'été dernier un texte concernant les ponceaux situés sur les affluents des rivières à saumon de la Gaspésie. Il a réalisé plusieurs inventaires par

rapport à l'état des ponceaux se retrouvant sur les cours d'eau qui se jettent dans les rivières et sur la possibilité que ces ponceaux soient franchis par les tacons et les salmonidés juvéniles. Le lien qu'il est possible de tirer de cette étude avec le projet est que la méthodologie utilisée afin d'analyser et d'identifier les chemins problématiques dans le réseau de chemins forestiers d'une partie du bassin versant de la Dartmouth pourrait être utile afin de cibler plus facilement les ponceaux qui peuvent causer directement problème pour les salmonidés et si ce sont des chemins identifiés comme ET, d'obliger ou de demander une réfection des chemins qui ne sont pas en bon état.

Les principales limites du projet sont que les bassins versants ne sont pas nécessairement représentatifs de l'entière du bassin versant et que les données du MRNF utilisées pour le projet ne sont pas toujours très précises.

Les bassins versants analysés ne représentent qu'une infime partie du bassin versant de la Dartmouth, ce qui n'est pas nécessairement représentatif. En utilisant des bassins versants plus petits et près de la rivière, cela permet toutefois d'obtenir des résultats plus représentatifs pour les petits bassins versants près de la rivière où il y a une grande proportion d'opérations forestières.

Les données du MRNF sont de bonnes données assez précises qui ne sont malheureusement pas mises à jour assez fréquemment, ce qui rend le véritable type de chemin et leur véritable état très difficile à connaître sur le terrain sans devoir s'y déplacer. En observant certains chemins à l'aide des imageries satellites, il était possible d'identifier plusieurs chemins n'étant pas carrossables en camionnette tandis que dans la couche AQRéseau+, ces chemins étaient supposés être en bon état. Plusieurs chemins qui sont supposés exister dans la couche AQRéseau+ sont aussi parfois complètement revégétés, ce qui ne correspond pas aux informations de la couche. Un autre exemple est que les photos satellites utilisées dataient de 2016, ce qui ne permettait pas de voir

l'état actuel des chemins ainsi que les coupes récentes. Les photos ayant une bonne résolution et permettant une analyse du terrain sans devoir se déplacer dataient d'il y a 7 ans, ce qui n'est pas toujours représentatif à ce jour. Toutefois, les données fournies par GDS étaient à jour pour l'implantation de chemins et les données LiDAR étaient assez précises pour les hauteurs dominantes, ce qui a permis d'extrapoler la présence de coupe dans certains secteurs.

6. Conclusion

Pour conclure ce projet de fin d'études, il est possible de faire une analyse du réseau de la voirie forestière afin de réduire l'impact sur le saumon de l'Atlantique en appliquant le guide de saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation (Jutras et coll., 2022). Dans ce projet, le guide a permis de fermer potentiellement 89,54 km de chemins, ce qui représente 43,57 % des chemins se retrouvant sur les bassins versants à l'étude. Il serait donc possible d'appliquer ce guide à plusieurs rivières du Québec où la faune est la plus vulnérable, afin de réduire l'impact de la voirie forestière sur l'environnement.

7. Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement les participants de cette étude pour leur participation active et leur engagement. Je suis également reconnaissant envers mon superviseur, Sylvain Jutras, pour son soutien et ses conseils tout au long du processus de recherche. Je tiens à exprimer ma gratitude envers l'organisme Société de gestion des rivières de Gaspé Inc. et les scieries GDS pour leurs données. Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à cette étude de quelque manière que ce soit.

8. Bibliographie

- 1- Jutras, S. (2021). Les effets de la récolte sur l'eau. Cours d'hydrologie forestière. Université Laval à Québec.
https://sitescours.monportail.ulaval.ca/contenu/sitescours/037/03701/202109/site133916/modules923073/module1162223/page3154771/blocontenu3117573/C15_Saines%20pratiques_Sommaire.pdf?identifiant=a8bb34f8bed2e7a6db3aa1a0093a72193e516ecf
- 2- Jutras, S. (2021). Les enjeux de l'eau dans le milieu forestier. Cours d'hydrologie forestière. Université Laval à Québec.
https://sitescours.monportail.ulaval.ca/contenu/sitescours/037/03701/202109/site133916/modules923073/module1162224/page3154773/blocontenu3117574/FOR-2210_Sem4_Enjeux%20et%20voirie.pdf?identifiant=a605a2677c2b1ef8e822b46631aaf06cdef5dc30
- 3- Jutras, S., Paradis-Lacombe, P., Ferland, O., Gilbert, K., Grenier, A-A., Goerig, E., & Bergeron, N. É. (2022). Guide de saines pratiques pour les chemins forestiers à faible utilisation : Stratégies de gestion et de mise en application. [Guide de saines pratiques pour les chemins à faible utilisation.pdf](#)
- 4- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), Québec. 2021c. Ressources et industries forestières du Québec – Portrait statistique 2020. 26e édition, Gouvernement du Québec, Canada.
- 5- Bergeron, M., Gagné-Godbout, A., Fortin, D., & Dussault, C. (2022). Stairway to heaven or highway to hell? How characteristics of forest roads shape their use by

- large mammals in the boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 509, 120108.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120108>
- 6- Tekly, T. (2022). Ponceaux, ponts et murs de soutènement. Présentation d'Armtec.
Cours de construction de chemins. Université Laval à Québec.
<https://sitescours.monportail.ulaval.ca/contenu/sitescours/037/03701/202205/site144075/modules1020574/module1284864/page3479977/bloccontenu3519535/Conf%C3%A9rence%20ARMTEC%20Ponceaux%20Ponts%20Murs%202022.pdf?identifiant=f51e43dbff8c12d026939c9a5276b5c348ad4168>
- 7- Hotte, J. H., & Quirion, R. (2003). Guide d'aménagement des habitats fauniques : Pour les sites en périphérie de la forêt. Université du Québec à Trois-Rivières.
https://belsp.uqtr.ca/id/eprint/1289/1/Hotte%20et%20Quirion_2003_Guide_am%C3%A9nagement_faune_A.pdf
- 8- Dugdale, S. J. (2014). Analyse de la variabilité spatio-temporelle des refuges thermiques à l'échelle du paysage lotique : Importance pour les populations de saumon atlantique (*Salmo salar*). Thèse de doctorat, Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement.
<https://espace.inrs.ca/id/eprint/2707/1/T00712.pdf>
- 9- A. ROBITAILLE (1988), Cartographie des districts écologiques : normes et techniques, Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de l'inventaire forestier, Division écologique, 109 p.
- 10- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. (2015). Légende des dépôts de surface (Document technique). Récupéré le 2 avril 2023, à partir de

https://diffusion.mffp.gouv.qc.ca/Diffusion/DonneeGratuite/Foret/DONNEES_FOR_ECO_SUD/Depots_surface/1-Documentation/Legende_depots_surface.pdf

11- WildEarth Guardians. (2020). The impacts of roads on wildlife: A literature review.

Récupéré de https://pdf.wildearthguardians.org/support_docs/Roads-Lit-Review-2020.pdf