

**213**

**DB19**

Projets de réserve aquatique de la rivière  
Moisie et de réserves de biodiversité des lacs  
Pasteur, Gensart et Bright Sand

**Côte-Nord**

**6212-01-204**

LAPOINTE, M., P. BÉRUBÉ et M. RODRIGUEZ. 2004. Impacts des pratiques forestières sur la ressource salmonicole dans le bassin de la rivière Cascapédia, Gaspésie. Pages 59 à 66 *in* Forum de transfert sur la recherche en aménagement et en environnement forestiers, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies et Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, 202p.

# **Impacts des pratiques forestières sur la ressource salmonicole dans le bassin de la Rivière Cascapédia, Gaspésie.**

Michel Lapointe (McGill, chercheur principal), Pierre Bérubé (FAPAQ), Marco Rodriguez (UQTR), membres du *Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)*

Remerciements : FCAR-FF, MRN, FAPAQ, CIRSA-Inc, FFQ, FSA, Société Cascapédia, CRSNG.

## **Introduction**

Nous présentons une sélection de résultats préliminaires d'une étude portant sur la conservation des populations de salmonidés (saumon atlantique et omble de fontaine) et de leurs habitats dans un bassin-versant gaspésien soumis à des interventions forestières. Cette étude intégrée examine, en premier lieu, les effets des pratiques forestières sur les caractéristiques morfo-sédimentaires des cours d'eau de divers ordres, lesquels considèrent différents contextes géomorphologiques propres au bassin versant de la rivière Cascapédia, une rivière à saumon de renommée internationale. Elle analyse aussi les effets des opérations forestières qui s'exercent à la base du réseau trophique, c'est-à-dire sur l'abondance et la diversité des organismes benthiques (proies servant d'alimentation aux poissons). Enfin, ce projet évalue les impacts générés par les pratiques forestières sur les populations de salmonidés colonisant les différents tributaires de la rivière Cascapédia. Sans être en mesure de suggérer des normes ou seuils précis, nos résultats préliminaires identifient à tout le moins un certain nombre d'effets, encore peu documentés, liant les interventions forestières à des modifications de la faune aquatique sur ce territoire.

## **Contexte**

Plusieurs études démontrent que la présence accrue de sédiments fins, dans les cours d'eau situés en aval de vastes parterres de coupe, est susceptible d'altérer la faune benthique et de dégrader le substrat de fraie des salmonidés (Sheridan et McNeill, 1968; Scrivener et Brownlee, 1989, Anderson 1998). Des changements peuvent également être observés au niveau de l'hydrologie, des dimensions (largeur, profondeur), de la complexité structurale (seuils et mouilles, cascades de blocs, débris ligneux) et du degré de stabilité du lit d'un cours d'eau ayant fait l'objet d'interventions forestières dans son bassin-versant (Toews et Moore, 1982; Swanston 1991). De plus, les différents segments du réseau hydrographique, distribués de l'amont vers l'aval, possèdent des caractéristiques environnementales propres, de sorte qu'ils ne présentent pas la même sensibilité vis-à-vis les impacts liés à l'exploitation forestière et qu'ils contribuent différemment à la production salmonicole. En particulier, comme le saumon est une espèce anadrome, les obstacles (chutes, embâcles de matière ligneuse, ponceaux mal

conçus, etc.) à la migration des géniteurs en montaison rendent progressivement plus difficiles l'accès aux petits cours d'eau de tête, où domine la truite.

D'autres travaux de recherche indiquent que les interventions forestières peuvent également modifier la structure des communautés benthiques et freiner la production biologique de certaines espèces consommées par les salmonidés (Garman et Morig 1993; Scrimgeour et al., 2000; Lenat *et al.*, 1981). Ces modifications peuvent être causées, par exemple, par une augmentation des nutriments, des matières humiques et du carbone organique dissous retrouvés dans l'eau, ainsi que par des changements dans la mobilité ou la granulométrie du substrat de fond. Finalement, diverses études ont mis en évidence que les activités forestières étaient susceptibles de modifier l'habitat physique et la chaîne alimentaire et, par conséquent, d'affecter les populations de salmonidés (Meehan, 1991 St-Onge et al. 2001).

## **Objectifs**

L'objectif principal du projet consiste à dégager une vue d'ensemble des impacts des pratiques forestières sur les populations de salmonidés dans l'hydrosystème de la rivière Cascapédia et ce, afin d'en assurer la conservation. Les objectifs spécifiques visent à analyser, en fonction des modalités des pratiques forestières, 1) les réponses biologiques des populations de salmonidés; 2) les variations spatiales dans la qualité de l'habitat physique en cours d'eau, notamment l'accumulation des sédiments fins et son effet sur l'habitat de reproduction; 3) la structure des communautés d'invertébrés benthiques (la quantité et la qualité de la nourriture disponible aux salmonidés); et 4) à intégrer les variables biotiques et abiotiques dans un système d'information géographique (SIG) afin de modéliser la sensibilité de l'habitat des salmonidés aux différentes modalités de coupe et d'aménagement de la voirie forestière.

## **Approche**

L'impact sur l'habitat aquatique d'un même type de pratique forestière peut dépendre du contexte écosystémique; par exemple, l'effet peut varier selon le climat, la nature des sols, la pente des versants, la dynamique d'un tronçon de cours d'eau, l'abondance de débris ligneux, la présence des espèces ichtyologiques dans un secteur (Poff et Huryn 1998). Certaines variables environnementales peuvent aussi jouer des rôles qualitativement différents en fonction du niveau spatial de résolution recherché à l'intérieur d'un écosystème, entraînant ainsi le besoin d'observations et d'analyses multi-échelles (Poizat et Pont, 1996)

Un défi majeur de cette étude a donc été de recueillir, sur ce vaste territoire (environ 3 000 km<sup>2</sup>), suffisamment d'observations afin de couvrir une gamme de conditions géomorphologiques et d'intensités de coupe, pour distinguer statistiquement les effets des interventions forestières de ceux associés à d'autres facteurs environnementaux variant naturellement dans l'ensemble du bassin-versant. L'approche

retenue dans le cadre de ce projet consiste en une analyse d'observations de facteurs biotiques et abiotiques faites selon un échantillonnage représentatif comprenant divers ordres de bassins-versants de la rivière Cascapédia. Ces analyses se fondent sur des méthodes statistiques multivariées classiques et de type hiérarchique ainsi que sur des tests de comparaisons paramétriques et non paramétriques. Elles visent à déceler les principales interrelations entre les caractéristiques physiographiques naturelles et anthropiques des sous-bassins (ex : le relief du sous-bassin, son degré d'exploitation forestière, etc), la qualité de l'habitat salmonicole (couverts de reproduction, d'alimentation, de fuite et d'abri) ainsi que la densité, la biomasse et le taux de croissance des salmonidés.

Une telle approche multi-échelles répond à des objectifs qui sont complémentaires à ceux poursuivis dans les démarches traditionnelles expérimentales de type BACI, (à savoir « avant-après, sites de référence et de contrôle »). Ces dernières consistent à suivre attentivement quelques bassins expérimentaux (coupés) et témoins (non coupés) en vue d'évaluer l'effet de l'exploitation forestière sur l'évolution des variables abiotiques et biotiques clés. L'approche expérimentale avec bassins témoins, bien que très puissante, nécessite souvent une longue période d'observation (habituellement entre 10 et 20 ans) pour calibrer les bassins et suivre le déroulement des effets. De plus, les études expérimentales se limitent aux conditions physiques et écologiques propres aux quelques bassins versants étudiés et ne s'appliquent donc qu'au patron particulier de coupe qu'on y exerce. Or, un objectif essentiel de notre étude consiste à caractériser les effets d'une gamme variée d'intensités de déboisement sur la production salmonicole et ce, dans un éventail de sous-bassins représentatifs des sols et de la topographie de la Rivière Cascapédia.

## **Méthodes**

Au cours de trois étés (juillet et août 2000 à 2002), toutes les espèces de poissons en présence ont été répertoriées dans 120 sites de divers ordres, répartis le long de 22 tributaires de la rivière Cascapédia. Les recensements ont été effectués par pêche à l'électricité à des stations fixes pré-établies (chacune d'une longueur de 75 mètres). Les poissons ont été identifiés, sexés, mesurés et pesés; des prélèvements d'otolithes et de contenus stomacaux ont été effectués afin de déterminer la structure d'âge, la croissance et le régime alimentaire des poissons. De plus, en 2001 et 2002, nous avons récolté des invertébrés benthiques à même le substrat des seuils dans 90 de ces 120 sites, à l'aide d'un filet Surber. Les organismes recueillis ont été triés et identifiés à l'ordre et à la famille auxquels ils appartiennent. Dans plusieurs sites d'étude, nous avons également mesuré la concentration de chlorophylle «A» active contenue dans le périphyton récolté sur des substrats rocheux. Nous avons aussi échantillonné les insectes (larves et adultes) en dérive dans la colonne d'eau, lesquels constituent les proies préférentielles des salmonidés. Enfin, des échantillons d'eau ont été analysés afin de mesurer les descripteurs physico-chimiques conventionnels (ex : pH, température, alcalinité et conductivité) et d'évaluer la teneur des ions majeurs et des substances nutritives, telles les différentes formes d'azote et de phosphore.

À chacun des sites d'échantillonnage de la faune aquatique (poissons et benthos), une série de variables abiotiques ont aussi été mesurées à diverses échelles, dont celles des parcelles d'échantillonnage et du tronçon lui-même. Entre autres, nous avons noté la profondeur, la largeur et la pente du cours d'eau, le type de morphologie (canyon rocheux, rapides sur blocs, seuils/mouilles classiques, cours divisés, etc.), la granulométrie du substrat présent en surface, la teneur en sédiments fins dans le substrat de fraie, la proportion de la couverture végétale ainsi que le volume débris ligneux.

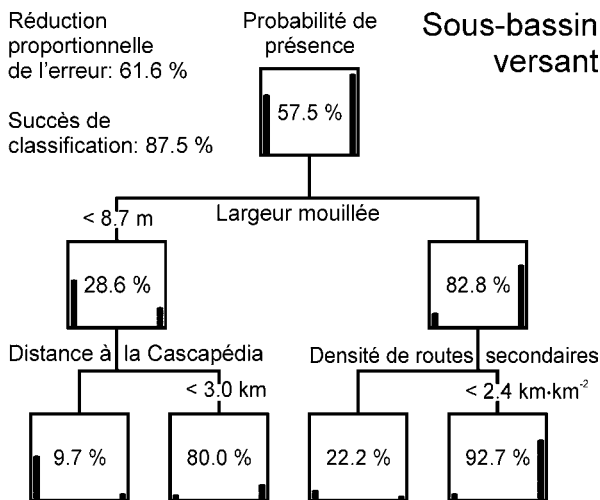
Couplée à cet échantillonnage des données biotiques et abiotiques dans plus d'une centaine de sites localisés dans des cours d'eaux pérennes (la plupart sont d'ordre 3 à 5 et d'une largeur comprise entre 5 et 30 m), des données sur les variables géomorphologiques clés structurant l'habitat lotique (largeur, pente, substrat) ont été recueillies sur un second ensemble de 170 sites principalement localisés, cette fois-ci, dans de petits tributaires de tête (continus ou intermittents, pour la plupart d'ordre 1 à 3 et d'une largeur comprise entre 0,3 et 7 m). Le bassin versant de tels sites (la majorité affichant une superficie comprise entre 0,1 et 10 km<sup>2</sup>) est quelquefois touché par de forts pourcentages de coupe. L'objectif ici était d'analyser plus à fond les impacts potentiels des interventions forestières sur les dimensions et le substrat des petits cours d'eau situés près des parterres de coupe. En effet, une perturbation éventuelle de l'équilibre de ces ruisseaux de tête pourrait modifier le régime des flux hydrologiques, sédimentaires et de matières organiques vers les cours d'eau à salmonidés situés à l'aval.

Finalement, un large éventail d'indicateurs de perturbations forestières ont été calculés pour tous les sites échantillonnés et ce, à partir de données écoforestières actualisées par le MRN, de photos aériennes et d'images satellitaires. Ces diverses métriques de la perturbation extractive s'appuient, par exemple, sur l'intensité générale des coupes (aire équivalente de coupe), sur les surfaces annuelles de déboisement séquencées sur différentes périodes de temps et sur la densité des chemins forestiers de divers ordres déterminées à l'intérieur ou non de bandes riveraines de diverses largeurs. Ces métriques ont aussi été calculées à l'échelle de tout le bassin versant, ainsi que pour des rayons délimitant des zones d'influence de 0,5, 2 et 8 km en amont des sites d'inventaire sélectionnés. Certaines données morphométriques (pente moyenne du bassin, densité de drainage, niveau d'encaissement des cours d'eau, etc.) ont été estimées à l'aide d'un modèle topographique, tandis que les informations afférentes à la nature des sols et à l'épaisseur des dépôts de surface ont été tirées de la banque de données du MRN et de cartes géologiques. Toutes les variables biotiques, ainsi que celles concernant l'utilisation du territoire et la structure du paysage, ont été intégrées dans un modèle spatial à partir d'outils SIG (Système d'Informations Géographiques).

## Résultats partiels préliminaires

### Faune ichthyologique (*Saumon atlantique*)

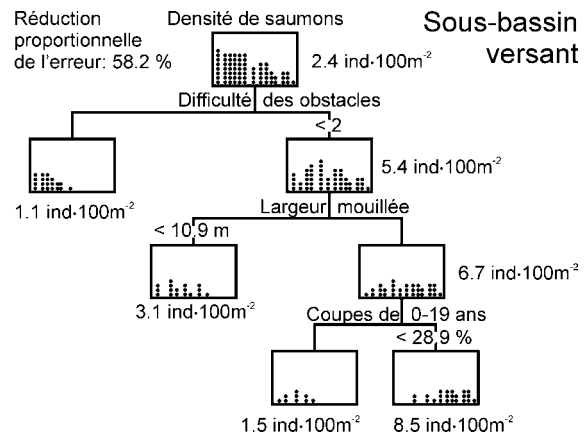
La figure ci-dessous illustre un arbre de classification, vérifié par validations croisées, permettant de déterminer, avec un taux de succès de près de 90%, la présence



ou l'absence de saumons juvéniles aux 120 sites recensés, à partir de la largeur du cours d'eau, de sa distance au tronçon principal et de la densité du réseau routier forestier (à l'échelle du bassin versant de chaque site). Les variables limitant l'accès des saumons géniteurs aux sites d'étude ressortent au premier niveau (ainsi qu'au deuxième niveau, dans le cas des sites situés dans une portion étroite de cours d'eau). Ainsi, on ne trouve des saumons juvéniles que dans moins de 10% des sites dont la largeur mouillée est inférieure à 8,7 m et qui sont situés à plus de 3 km de la rivière principale. Parmi les 45 sites dont la largeur mouillée excède 8,7 m, on trouve des saumons juvéniles dans 93% de ceux qui sont moins affectés par l'activité forestière (exprimée ici par un indice de densité des chemins secondaires), alors que cette probabilité chute à 22% dans les sites dont le bassin est davantage perturbé par l'activité de récolte de matière ligneuse.

Par ailleurs, il faut comprendre que les bassins où l'extraction forestière est la plus importante sont aussi, en général, ceux où le réseau de voirie forestière est le plus dense. Dans ce contexte, les divers indices de perturbation forestière utilisés (pourcentage de coupes de divers âges, densité de routes, nombre de traversées de cours d'eau, etc.) ne varient pas de façon entièrement indépendante sur un territoire. Ainsi, plusieurs métriques qui diffèrent sur le plan conceptuel, mais qui sont corrélées entre elles sur le terrain, peuvent jouer un rôle dans les modèles empiriques prédisant les effets des interventions forestières sur la faune aquatique du bassin versant de la rivière Cascapédia. À titre d'exemple, une seconde arborescence, avec un succès de classification de 87%, permet de distinguer la présence ou l'absence de saumons, parmi les sites de plus de 8,7 m de largeur, en fonction du dépassement ou non d'un seuil de coupes effectuées dans les 10 dernières années qui est fixé à 24% de superficie, à l'intérieur d'un rayon d'influence de 2 km du site.

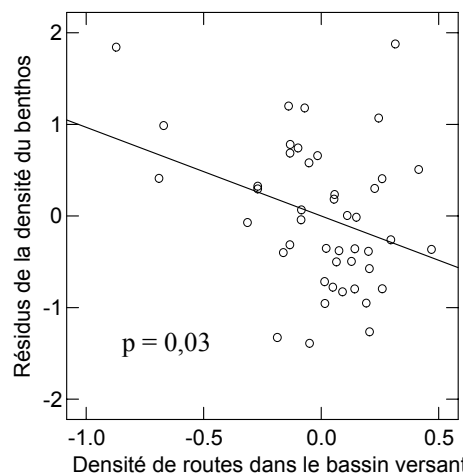
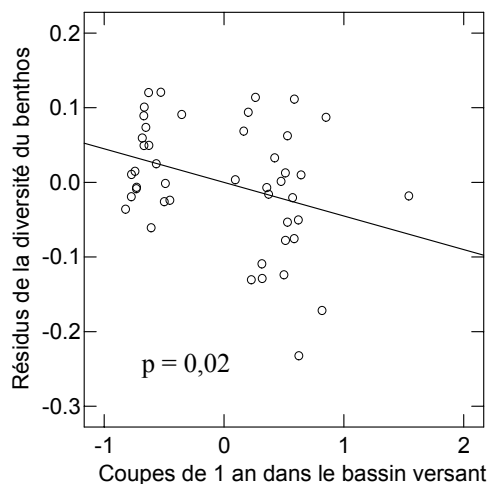
La figure suivante montre, pour les sites où le saumon est présent (69 sites sur 120), un arbre de régression permettant de prédire l'abondance des saumons juvéniles (nombre d'individus / 100 m<sup>2</sup>), à partir de trois variables. Les histogrammes d'abondances pour chaque groupe et les densités moyennes de saumons y sont illustrés. Encore une fois, on constate d'abord l'effet des variables liées à l'accessibilité, lesquelles limitent les abondances dans les ruisseaux plus étroits ou entravés par des obstacles, tels les chutes, les embâcles, les barrages de castor ou les ponceaux défectueux. Cependant, pour le sous-ensemble de 26 sites situés sur les cours d'eau plus larges et sans entraves majeures à la migration ou au déplacement des saumons, les densités moyennes passent de 8,5 à 1,5 individus par 100 m<sup>2</sup>, là où la proportion totale de parterres de coupe des 19 dernières années excède 29% du bassin versant (calculé sans application de facteurs d'atténuation).



Finale­ment, mentionnons que la variable « difficulté de franchissement des obstacles » qui limite nettement l'habitat des juvéniles du saumon sur ce territoire est elle-même ici corrélée à la densité du réseau de voirie forestière, via des effets engendrés par l'accumulation de débris ligneux et la présence de ponceaux (vitesses et profondeurs d'écoulement parfois inappropriées). Nos analyses se poursuivent sur ces effets indirects potentiels de l'activité forestière sur le saumon et sa libre circulation dans les cours d'eau.

### Faune benthique

Les deux figures suivantes présentent quelques résultats préliminaires liant l'intensité de l'activité forestière à la diversité (richesse taxonomique raréfiée, à gauche) et à l'abondance (nombre d'organisme par unité de surface, à droite) des communautés d'invertébrés benthiques. Rappelons que ces organismes colonisant le substrat constituent la majeure partie de la diète des salmonidés en rivière. Seules les données de benthos recueillies en 2001 (45 sites sur 90 au total) sont présentées ici. Des modèles de régression ont d'abord été utilisés pour prédire l'effet des variables environnementales



non anthropiques (dimension du substrat, vitesse du courant, largeur de la vallée, etc.) sur ces deux caractéristiques des communautés benthiques. Les résidus de ces deux modèles (qui reflètent des anomalies dans l'abondance ou la diversité benthique) sont, eux-mêmes, reliés à des modifications dans l'intensité des coupes d'un an et dans la densité du réseau routier construit dans chacun des bassins versants. Quoique préliminaires, ces résultats indiquent, d'une part, que la diversité spécifique du benthos (à gauche,  $p=0,02$ ) semble être réduite, là où les coupes effectuées l'année précédant les observations, sont plus étendues. D'autre part, et bien que la relation soit moins claire, la densité d'organismes (nombre d'individus par unité de surface du lit) semble aussi être réduite dans les bassins à forte densité routière (à droite,  $p=0,03$ ). D'autres analyses sont actuellement en cours dans le but de tester ces effets sur un plus grand nombre de stations et, plus particulièrement, sur les cours d'eau de plus gros gabarit échantillonnés en 2002. Enfin, soulignons qu'une analyse de groupes fonctionnels structuraux, susceptibles d'être inféodés à des milieux de vie différents, est également en cours afin de vérifier s'il est possible de déceler l'apparition graduelle de communautés benthiques possédant une plus grande tolérance à la sédimentation, dans les sites les plus affectés par les perturbations forestières.

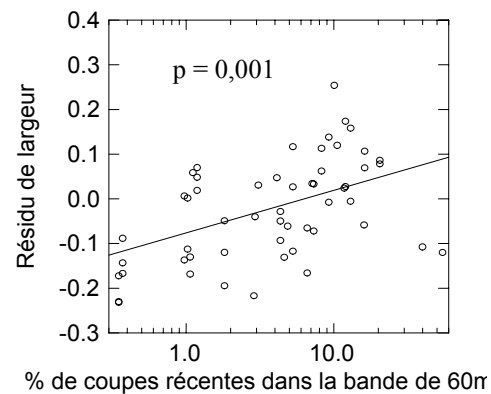
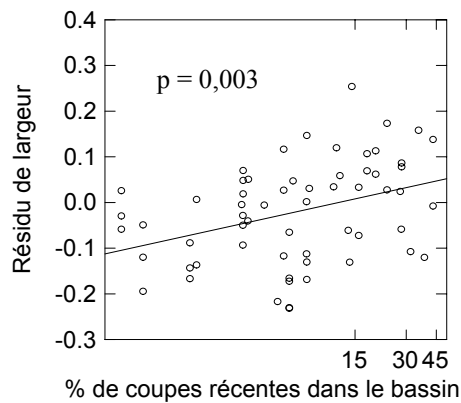
### ***Impacts des coupes sur la morphologie des cours d'eau de tête***

L'analyse des données forestières fournies par le MRN pour la rivière Cascapédia démontre que l'intensité du déboisement a atteint des proportions significatives dans certains sous-bassins de petits cours d'eau de tête. Ainsi, parmi les 150 sites de notre échantillon qui drainent des bassins versants de superficie inférieure à  $10 \text{ km}^2$ , 21% d'entre eux affichaient une AEC excédant 30%, alors que 6% de ces sites excédaient 50% d'AEC calculée pour l'année 2002. De plus, 3% de ces bassins affichaient plus de 50% de leur superficie coupée dans les 5 dernières années seulement. Compte-tenu de l'accroissement possible des débits de pointe pouvant accompagner de telles réductions du couvert forestier et de l'augmentation en parallèle du réseau routier, nous avons testé l'hypothèse voulant que la largeur des petits tributaires puisse être accrue dans les bassins ayant été les plus coupés au cours des dernières années.

Nous avons d'abord calculé les anomalies (résidus) de largeur des cours d'eau par rapport à la variation géomorphologique naturelle prédite par un modèle de régression classique ( $R^2 = 0,70$ ), basé sur la superficie du bassin versant et de la granulométrie du substrat du lit mineur. Les deux figures ci-dessous montrent que pour 70 sites dont la superficie du bassin versant se situe entre 1 et  $25 \text{ km}^2$ , les anomalies de largeur sont positivement reliées ( $p < 0,003$ ) à l'intensité des coupes effectuées dans les cinq dernières années. La prédiction des anomalies semble légèrement supérieure si l'on fait intervenir le pourcentage relatif des coupes récentes touchant la bande riveraine de 60m ( $R^2 = 16\%$  à droite, versus 12% à gauche). Des études additionnelles pourraient vérifier directement le scénario suivant: dans les années suivant de fortes coupes, une proportion des petits tributaires s'élargissent suite à un accroissement des débits de pointe, amplifiant par ce fait l'exportation vers l'aval de sédiments fins (sables et limons) provenant du sol forestier en bordure de ces petits cours d'eau. Suivant ce scénario, un tel phénomène



pourrait par la suite entraîner des modifications à la faune benthique (aperçus plus haut) et l'habitat de reproduction des salmonidés des plus grands cours d'eau situés à l'aval. D'ailleurs, un projet déposé dans le cadre du programme Volet 1 propose de quantifier directement la variabilité du succès reproducteur du saumon dans un certain nombre de sites de ce territoire.



## Conclusions

Au terme de cette première étude des impacts forestiers sur la ressource salmonicole dans un grand bassin versant, il ressort que les diverses modalités d'interventions forestières n'agissent pas de façon indépendante, mais plutôt en synergie sur les composantes (biotiques et abiotiques) de l'écosystème aquatique et ce, à différentes échelles spatio-temporelles. Cependant, les mécanismes sous-jacents aux changements mesurés sur la faune et ses habitats physiques ainsi que les valeurs de seuils de gestion appropriés restent à préciser. Les hypothèses avancées à cet égard constituent des avenues de recherche à explorer de façon plus pointue. Enfin, l'intégration des principales variables prédictives identifiées dans notre étude pourrait s'avérer un précieux outil de conservation et de gestion de l'exploitation de la ressource salmonicole.