

L'impact de ponceaux aménagés
conformément au RNI et aux saines pratiques
de voirie forestière sur les frayères
à omble de fontaine

Sylvie Delisle
Maryse Dubé
Stephanie Lachance

Ministère des Ressources naturelles,
de la Faune et des Parcs

Québec 

L'impact de ponceaux aménagés
conformément au RNI et aux saines pratiques
de voirie forestière sur les frayères
à omble de fontaine

Sylvie Delisle, technicienne de la faune
Maryse Dubé, agronome
Stephanie Lachance, biologiste

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Direction de l'environnement forestier
Direction de la recherche sur la faune

Québec, août 2004

Équipe de travail

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Sylvie Delisle, Renaud Dostie et Maryse Dubé de la Direction de l'environnement forestier
Stephanie Lachance de la Direction de la recherche sur la faune
Gil Lambany de la Direction des programmes forestiers

Collaborateurs

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Secteur des forêts

Jean-François Bernier, Gisèle Couture et David Viens

Secteur Faune Québec

Valérie Breton, Tommy Castegan, Frédéric Chénard, Véronique Cucchi, Conrad Groleau, Sophie Poulin et Éloïse Veilleux

Secteur Forêt Québec

André Babin, Roger Molloy et Robert Torresan de l'Unité de gestion de la Baie-des-Chaleurs
Luc Fortin, Pierre Greffard et Bernard Lévesque de l'Unité de gestion de la Gaspésie
Carol De Blois, Patrice Dugas et Lyne Vallière de la Direction de la recherche forestière

Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Direction des communications

5700, 4^e Avenue Ouest, bureau B-302

Charlesbourg (Québec) G1H 6R1

Téléphone : (418) 627-8600 ou 1-866-CITOYEN
1-866-248-6936

Télécopieur : (418) 643-0720

Courriel : service.citoyens@mrnfp.gouv.qc.ca

Site Internet : www.mrnfp.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, 2004

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004

ISBN : 2-550-43191-X

Code de diffusion : 2004-3033

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

Table des matières

Introduction.....	1
1. Méthodologie.....	3
1.1 Sélection des cours d'eau et des ponceaux	3
1.2 Récolte des sédiments	3
1.3 Évaluation de l'érosion	4
1.4 Analyse granulométrique	4
2. Cours d'eau et ponceaux à l'étude.....	5
2.1 Localisation.....	5
2.2 Caractéristiques.....	6
2.2.1 Cours d'eau.....	6
2.2.2 Ponceaux.....	6
3. Résultats	9
3.1 Accumulation des particules fines dans les collecteurs	9
3.2 Érosion du réseau routier	11
Conclusion	13
Annexe A Résultats de l'analyse granulométrique.....	15
Bibliographie	19

Liste des tableaux

Tableau 1	Calendrier d'installation et de prélèvement des collecteurs	4
Tableau 2	Coordonnées de localisation des cours d'eau et des ponceaux	6
Tableau 3	Caractéristiques des cours d'eau	6
Tableau 4	Saines pratiques utilisées à proximité des cours d'eau.....	7
Tableau 5	Caractéristiques des ponceaux.....	8
Tableau 6	Pourcentages moyens des particules fines mesurées dans les collecteurs.....	9
Tableau 7	Analyse de la variance des pourcentages moyens de particules fines mesurées dans les collecteurs.....	10
Tableau 8	Cas d'érosion observés sur le réseau routier	12
Tableau 9	Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2001	15
Tableau 10	Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2002	17

Liste des figures

Figure 1	Collecteur de sédiments SÉDIBAC.....	3
Figure 2	Localisation des côtés A et B du chemin.....	4
Figure 3	Localisation des cours d'eau étudiés en 2001 et 2002	5

Introduction

Les forêts de la Gaspésie sont caractérisées par une topographie accidentée et par des sols composés de matériaux fins et très friables. De telles particularités contribuent à rendre les milieux aquatiques forestiers sensibles aux activités d'aménagement comme la récolte du bois et la voirie forestière. Certains travaux, comme la construction des chemins forestiers, des ponts et des ponceaux, peuvent causer des apports de sédiments dans les ruisseaux et les rivières. La turbidité et la sédimentation qui en résultent peuvent être très dommageables pour les organismes aquatiques. Certaines espèces de poissons, comme l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), sont particulièrement vulnérables aux effets de la sédimentation lorsqu'elle se produit sur leurs sites de reproduction (Argent et Flebbe, 1999; Castro et Reckendorf, 1995; Young et autres, 1991).

Les rivières gaspésiennes sont reconnues pour leur limpidité, une qualité très appréciée des pêcheurs de saumons. Or, des problèmes importants de turbidité ont été signalés à la suite de fortes pluies dans certaines rivières à salmonidés situées dans des secteurs de coupes forestières. Pour résoudre ce problème, la Direction régionale de la Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP) du Québec a mis au point des saines pratiques d'aménagement des infrastructures routières (MRN, 2001). Ces pratiques sont complémentaires aux dispositions du Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI) (Gouv. du Québec, 1996) et visent à réduire l'érosion du sol et les apports de sédiments dans les cours d'eau.

En 2001 et 2002, la Direction de l'environnement forestier et la Direction de la recherche sur la faune du MRNFP ont réalisé conjointement une étude sur l'efficacité de ces saines pratiques. L'objectif de l'étude était de vérifier si l'ajout des saines pratiques au RNI, lors de l'aménagement du réseau routier, permettait de réduire les apports de sédiments dans les frayères à omble de fontaine situées près des ponceaux. À cette fin, les sédiments présents dans le lit de huit ruisseaux ont été mesurés en amont et en aval de ponceaux aménagés avec ou sans saines pratiques. De plus, l'érosion de la surface des chemins et des talus a été évaluée à proximité de ces ponceaux.

Ce rapport expose les résultats et les conclusions de l'étude. On y présente également une description des différents sites étudiés et des méthodes utilisées pour la sélection des cours d'eau, la récolte des sédiments, l'évaluation de l'érosion et l'analyse granulométrique.

1. Méthodologie

L'étude s'est déroulée en Gaspésie dans des secteurs forestiers aménagés selon le RNI, avec ou sans les saines pratiques de voirie forestière. La réalisation de cette étude impliquait la sélection rigoureuse de huit cours d'eau et ponceaux.

1.1 Sélection des cours d'eau et des ponceaux

Une vingtaine de ruisseaux et de ponceaux ont été visités en 2001 avant de procéder à la sélection finale. Celle-ci, qui était fondée sur des critères précis, a été faite en collaboration avec les unités de gestion de la Baie-des-Chaleurs et de la Gaspésie.

Les cours d'eau recherchés, et plus particulièrement les sites d'échantillonnage, devaient présenter des caractéristiques de frayères à omble de fontaine, soit :

- un écoulement permanent;
- une largeur de 1 m à 10 m (en étiage estival);
- un profil longitudinal offrant une succession de faciès d'écoulement propices à la fraie;
- un substrat composé de particules de 1 cm à 5 cm avec peu de particules fines (≤ 2 mm);
- une vitesse de courant de 0,5 m/s à 1 m/s;
- une profondeur d'eau entre 10 cm et 30 cm;
- une pente de 1,5 % à 5 % (l'optimum était de 3,5 %).

La sélection des ponceaux dépendait des critères suivants :

- Ils devaient avoir été construits avant 2001, de manière à évaluer l'impact de leur présence sur le substrat de fraie et non l'impact de leur construction.
- Ils devaient franchir des cours d'eau propices à l'habitat et à la fraie de l'omble de fontaine.
- Ils devaient avoir été construits conformément aux dispositions du RNI.
- La moitié des ponceaux devaient avoir été construits en ajoutant des saines pratiques.
- Les chemins menant aux ponceaux devaient avoir une pente similaire.

1.2 Récolte des sédiments

Les sédiments ont été récoltés dans le lit des cours d'eau au moyen du collecteur breveté SÉDIBAC de la compagnie Bio Innove inc. (figure 1). Ce dernier permet de recueillir les sédiments fins qui s'infiltrent dans le substrat de fraie de l'omble de fontaine et de limiter les pertes lors de la récupération de l'échantillon (Lachance et Dubé, 2004). La méthode d'utilisation de ce collecteur est décrite de façon détaillée dans la méthodologie de Bio Innove inc. (2004).

Pour cette étude, les sédiments ont été récoltés au moyen de douze collecteurs enfouis dans le lit de chaque cours d'eau, soit six en amont du ponceau et six en aval. Les collecteurs ont été installés une première fois en juin 2001, c'est-à-dire environ deux ans après la construction des ponceaux SP-02 et RNI-06 et un an après la construction des six autres ponceaux. Ils ont été retirés et remplacés par de nouveaux collecteurs en août 2001 (tableau 1). La

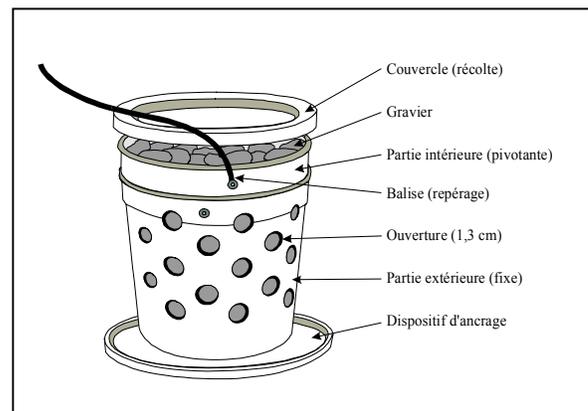


Figure 1 Collecteur de sédiments SÉDIBAC

deuxième et dernière récolte a eu lieu en août 2002. Au total, 192 échantillons de sédiments ont été recueillis à l'aide des collecteurs au cours des deux années de suivi.

Tableau 1 Calendrier d'installation et de prélèvement des collecteurs

Activités	Dates des activités réalisées dans chaque cours d'eau							
	RNI et Saines pratiques					RNI		
	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	RNI-06	RNI-07	RNI-08
1 ^{re} installation	01/06/19	01/06/06	01/06/05	01/06/05	01/06/20	01/06/05	01/06/05	01/06/07
1 ^{re} récolte	01/08/30	01/08/29	01/08/28	01/08/28	01/08/30	01/08/28	01/08/28	01/08/29
2 ^e installation	01/08/30	01/08/29	01/08/28	01/08/28	01/08/30	01/08/28	01/08/28	01/08/29
2 ^e récolte	02/08/21	02/08/21	02/08/20	02/08/20	02/08/22	02/08/20	02/08/20	02/08/21

1.3 Évaluation de l'érosion

En 2002, l'érosion du réseau routier a été évaluée de chaque côté (A et B) des ponceaux (figure 2) sur une distance qui variait en fonction de la pente du chemin. L'évaluation consistait à identifier et à dénombrer les cas d'érosion rencontrés sur la chaussée, dans les fossés et sur les talus des remblais et des déblais. L'évaluation de l'érosion s'arrêtait là où la pente du chemin s'inversait, c'est-à-dire à partir du point où l'eau de ruissellement s'éloignait du ponceau et du cours d'eau. Pour chaque cas d'érosion observé, le parcours de l'eau de ruissellement a été vérifié pour savoir si les sédiments atteignaient le cours d'eau. La méthode d'évaluation de l'érosion sur le réseau routier est décrite, de façon détaillée, dans le document de L'Écuyer et Lafontaine (2003).

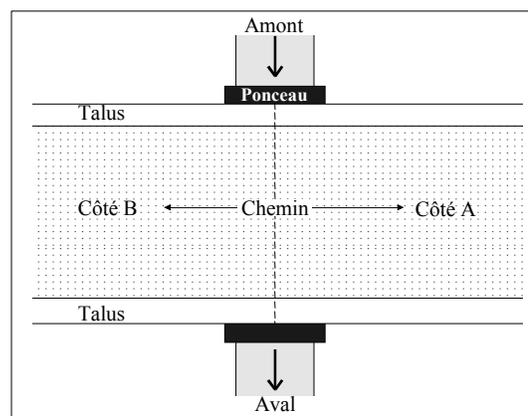


Figure 2 Localisation des côtés A et B du chemin

1.4 Analyse granulométrique

Les 192 échantillons de sédiments prélevés dans les cours d'eau en 2001 et 2002 ont tous subi une séparation granulométrique par voie sèche. Cette analyse permet d'évaluer les quantités de sédiments accumulés dans les collecteurs et de classer les particules selon leur diamètre. L'analyse consiste à faire sécher les sédiments à une température de 60 °C. Par la suite, les particules sont séparées d'après leur taille grâce au mouvement vibratoire exercé par une colonne de six tamis durant deux minutes. Chaque fraction est finalement récupérée et pesée.

Pour cette étude, les six tamis utilisés avaient une ouverture de maille de 5,0 mm, 2,0 mm, 0,850 mm, 0,500 mm, 0,250 mm et 0,075 mm. L'ouverture de mailles des tamis a été déterminée en tenant compte de la taille du substrat expérimental et des diamètres de particules fines reconnus pour leur impact sur la survie des œufs et des alevins de salmonidés, comme l'omble de fontaine (Avery, 1996; Carline, 1980; Cederholm et Reid, 1987; Fraser, 1985; Knapp et Vredenburg, 1996; Kondolf, 2000; Lotspeich et Everest, 1981; PESCA, 1999; Wesche et autres, 1989). Les résultats de la séparation granulométrique sont présentés, pour chaque classe de diamètres, en gramme de sédiments par échantillon (annexe A).

2. Cours d'eau et ponceaux à l'étude

2.1 Localisation

L'étude s'est déroulée dans un territoire compris entre Sainte-Anne-des-Monts et Gaspé. Les huit cours d'eau et ponceaux choisis pour cette étude étaient situés dans des secteurs aménagés pour la récolte forestière. Six cours d'eau se trouvent à l'intérieur de l'Unité de gestion de la Baie-des-Chaleurs et les deux autres sont dans l'Unité de gestion de la Gaspésie (figure 3). Le tableau 2 présente les coordonnées géographiques de l'emplacement de chaque ponceau.

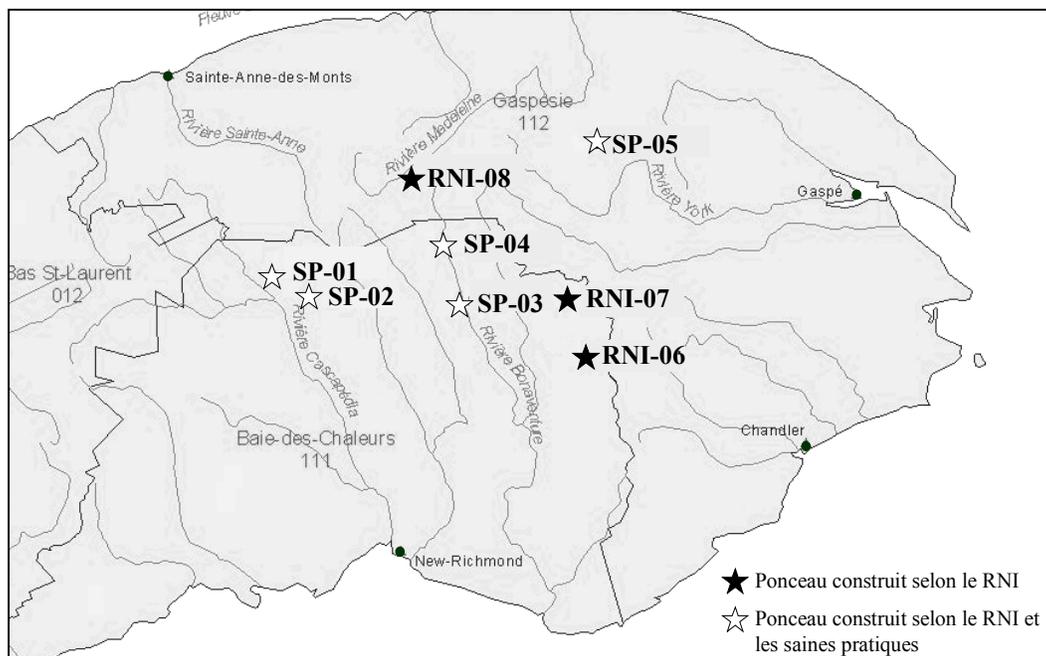


Figure 3 Localisation des cours d'eau étudiés en 2001 et 2002

Tableau 2 Coordonnées de localisation des cours d'eau et des ponceaux

Unité de gestion	Cours d'eau		Dispositions appliquées	Longitude	Latitude
	Désignation	Autre nom			
Baie-des-Chaleurs (111)	SP-01	W4 (Brandy)	RNI et SP ¹	66° 12' 47".7	48° 43' 46".5
	SP-02	W5 (John)	RNI et SP	66° 06' 05".7	48° 41' 04".0
	SP-03	W19	RNI et SP	65° 39' 55".5	48° 39' 22".1
	SP-04	W21	RNI et SP	65° 42' 17".8	48° 46' 26".6
	RNI-06	W27	RNI ²	65° 18' 13".3	48° 32' 28".7
	RNI-07	W32	RNI	65° 21' 33".5	48° 39' 26".6
Gaspésie (112)	SP-05	GA01	RNI et SP	65° 14' 55".1	48° 57' 35".1
Bureau de Sainte-Anne-des-Monts (112)	RNI-08	MA08	RNI	65° 48' 02".3	48° 54' 13".8

1. RNI et SP : saines pratiques appliquées en plus du RNI

2. RNI : dispositions du RNI appliquées seules

2.2 Caractéristiques

2.2.1 Cours d'eau

Les cours d'eau à l'étude présentaient des caractéristiques similaires. Leur largeur variait de 2 m à 7 m, leur profondeur de 15 cm à 40 cm et leur pente était inférieure à 2,5 % (tableau 3). Dans chaque cours d'eau, deux biefs propices à l'échantillonnage des sédiments ont été localisés, soit un en amont et un en aval du ponceau. Les biefs sont des tronçons de cours d'eau où la composition du lit (grosseur des particules) permet l'installation de collecteurs utilisés pour recueillir les sédiments. Sur l'ensemble des ruisseaux à l'étude, le premier bief était situé entre 24 m et 150 m en amont du ponceau et le second entre 16 m et 107 m en aval. De façon générale, les biefs d'un même cours d'eau possédaient des caractéristiques (substrat et écoulement) comparables. De plus, la portion du cours d'eau située entre les deux biefs n'était alimentée par aucun tributaire. Pour cette étude, le bief situé en amont constituait un secteur témoin alors que celui en aval était susceptible de subir un impact attribuable à la présence du ponceau.

Tableau 3 Caractéristiques des cours d'eau

Caractéristiques	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	RNI-06	RNI-07	RNI-08	
Largeur (m) :	amont	6 à 7	2	3	2 à 3	2 à 3	3 à 5	3 à 4	2
	aval	6 à 7	3	3	2 à 3	2	4 à 5	3 à 4	3
Profondeur (cm) :	amont	30 à 40	10 à 15	30 à 40	10	15 à 25	10 à 20	15 à 40	25
	aval	15	10 à 15	20 à 30	15 à 20	20	15 à 25	15 à 40	20
Pente (%) :	amont	0,5	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,5
	aval	1,5	1,5	1,0	2,0	1,0	1,5	1,0	1,0
Distance biefs-ponceau (m) :	amont	76 - 150	53	60	64	24	47	108	66
	aval	50	33	25	30	16	30	87	48

2.2.2 Ponceaux

Les huit ponceaux sélectionnés ont été construits conformément aux dispositions du RNI. Parmi ces ouvrages, cinq ponceaux, au lieu des quatre prévus au protocole, ont été classés dans la catégorie « saines pratiques » en raison du nombre de saines pratiques appliquées (de 7 à 14) et de leur importance pour limiter l'apport de sédiments dans les cours d'eau (tableau 4). En effet, plusieurs saines pratiques de planification du chemin et de contrôle de l'eau dans les pentes ont été appliquées lors de l'aménagement de ces ponceaux.

Mis à part le nombre de ponceaux aménagés avec ou sans saines pratiques, les ouvrages sélectionnés répondaient aux autres critères de l'étude. Ainsi, les ponceaux permettaient de franchir des ruisseaux permanents propices à la fraie de l'omble de fontaine. Deux d'entre eux avaient été aménagés en 1999 et les six autres en 2000 (tableau 5). De plus, lors de l'aménagement des ponceaux, tout avait été fait pour restreindre les apports de sédiments dans les cours d'eau.

Les ponceaux aménagés avec les saines pratiques ont été construits sur des chemins dont la pente est inférieure à 5 %. Trois de ces ouvrages étaient aménagés de façon à ce que la surface de roulement

au-dessus de chaque ponceau soit plus haute que le reste du chemin (pente négative). Les deux autres étaient sur des chemins en pente continue. La pente des chemins menant aux ponceaux aménagés sans saines pratiques était généralement supérieure et variait de 4,5 % à 10 %. La longueur des pentes était aussi plus importante pour ces ponceaux (de 90 à 290 m).

Tableau 4 Saines pratiques utilisées à proximité des cours d'eau

Saines pratiques ¹	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	RNI-06	RNI-07	RNI-08
Planification du chemin								
1. Le chemin est construit sur une crête selon un tracé en forme de fer à cheval. Il suit la même courbe de niveau sur au moins 30 à 40 m de chaque côté du cours d'eau. Le chemin ne descend pas directement au cours d'eau.	oui			oui				
2. Le ponceau est construit sur une crête ou dans le bas d'une pente sur une section de terrain plat.	oui			oui	oui			
3. L'emplacement du ponceau est le point le plus haut par rapport au profil du chemin.	oui	oui	oui	oui	oui			
Chemin en pente vers un cours d'eau								
4. L'eau des fossés est bloquée et détournée régulièrement vers la végétation à l'aide d'un canal de déviation. Le fossé ne draine pas plus de 150 à 200 m de chemin. Le premier détournement est situé entre 20 et 30 m du cours d'eau, le deuxième entre 75 et 100 m du premier détournement et les suivants à environ 200 m l'un de l'autre.	oui	oui	oui					
5. Le canal de déviation a la forme d'une « banane » mesurant 20 m de long et est orienté vers le côté opposé du cours d'eau.								
6. Un ou deux bassins de sédimentation sont aménagés à même chaque canal de déviation. Le 1 ^{er} bassin est situé à 2 m du début du détournement du fossé et le 2 ^e à 18 m du 1 ^{er} bassin. Les bassins sont construits selon les techniques recommandées (dimensions, matériaux, stabilisation, etc.).			oui				oui	
7. La sortie d'un chemin secondaire sur le chemin principal est située à un endroit qui n'est pas en pente vers un cours d'eau. L'eau des fossés du chemin secondaire est détournée vers la végétation.			oui					
8. La surface du chemin secondaire est profilée pour évacuer l'eau de ruissellement de la surface du chemin avant qu'elle atteigne le chemin principal.	oui		oui					
9. La surface de roulement au-dessus du ponceau est gravellée et surélevée de 30 cm avec du gravier grossier sur une distance minimale de 20 m de chaque côté du cours d'eau. Une dépression a été créée à la surface du chemin, à l'extérieur des 20 m du cours d'eau (au pied de la pente).	oui	oui	oui	oui	oui (sans dépression à +20 m)			
Chemin en pente continue d'un côté à l'autre du ponceau								
10. Une digue de gravier compacte (50 cm [L] x 15 à 30 cm [H]) est aménagée de chaque côté du chemin (à l'extérieur de la surface de roulement).		oui	oui	oui	oui	oui		
11. Un replat du chemin situé dans la pente est utilisé comme moyen pour détourner l'eau du chemin vers les fossés.		oui			oui			
Drainage naturel								
12. L'eau des fossés n'est pas canalisée ni dirigée vers des dépressions naturelles reliées à un cours d'eau.		oui	oui					
13. Si le chemin longe le cours d'eau, l'eau des fossés est détournée à 30 m des tuyaux de drainage naturel et des bassins de sédimentation sont aménagés sur les canaux de déviation.								

Tableau 4 Saines pratiques utilisées à proximité des cours d'eau (suite)

Entretien du chemin								
14. Le chemin est profilé en forme de « V » inversé (dos d'âne) au moment de sa construction et lors de son entretien.	oui				oui	oui		
15. Le chemin est nivelé régulièrement en évitant la formation de bourrelets sauf là où des digues ont été aménagées.	oui		oui		oui			
16. S'il y a des fossés le long du chemin dans les 20 m du cours d'eau, le chemin n'est pas nivelé à cet endroit. L'eau est bloquée à 20 m et détournée vers la végétation.								
17. Les digues, les surélévations et les dépressions du chemin ne sont pas altérées par le nivelage.		oui	oui	oui	oui			
18. Aucun gravier n'a été déversé sur les talus stabilisés dans les 20 m du ponceau lors du nivelage.	oui		oui	oui	oui	oui	oui	oui
19. Seul le tiers inférieur des fossés a été nettoyé et les matériaux prélevés ont été déposés sur le tapis végétal de façon à ce qu'ils ne retombent pas dans le fossé.								
Aménagement du ponceau								
20. Le ponceau est situé à un endroit permettant de construire un talus au-dessus du tuyau qui ne soit pas trop épais.	oui		oui	oui	oui	oui	oui	oui
21. La membrane géotextile a été installée avec une clé d'ancrage selon la méthode recommandée (membrane sous le tuyau et attachée sur le dessus; entrée du tuyau : autre morceau sous la 1 ^{re} membrane; sortie du tuyau : autre morceau sur la 1 ^{re} membrane).			oui					
22. Les tuyaux de drainage situés sous la chaussée, qui détournent l'eau des fossés d'un côté à l'autre du chemin, ont un angle de 30 degrés par rapport au chemin et leurs talus sont stabilisés (voir 24 : géotextile si nécessaire). Un bassin de sédimentation est présent à l'entrée et un enrochement est aménagé à la sortie des tuyaux.			oui					
Total des saines pratiques observées	10	7	14	8	10	4	3	1

1. Source : MRN, 2001. *Saines pratiques : voirie forestière et installation de ponceaux*, Caplan (Québec), gouvernement du Québec, Direction régionale de la Gaspésie—Îles-de-la-Madelaine, p. 9-26.

Tableau 5 Caractéristiques des ponceaux

Caractéristiques	SP-01	SP-02	SP-03	SP-04	SP-05	RNI-06	RNI-07	RNI-08
Année de construction	2000	1999	2000	2000	2000	1999	2000	2000
Pente du chemin (%)								
côté A	-1,0	4,0	5,0	-1,5	-0,5	7,0	3,0	6,0
côté B	-2,5	-0,5	-0,5	-1,5	-0,5	10,0	9,0	4,5
Longueur de la pente (m)								
côté A	40	54	50	30	68	290	100	89
côté B	89	30	30	30	34	145	166	90

3. Résultats

L'usage des saines pratiques lors de l'aménagement d'un réseau routier a pour but de diminuer les apports de sédiments dans le milieu aquatique. Pour vérifier l'atteinte de cet objectif, les résultats ont été analysés statistiquement de façon à déterminer si la présence des ponceaux était effectivement à l'origine d'une accumulation de sédiments fins dans les frayères situées à proximité en aval et s'il y avait une différence entre les ponceaux aménagés selon le RNI avec ou sans saines pratiques. De plus, on a évalué si l'érosion du réseau routier observée près de ces ponceaux causait des apports de sédiments dans les cours d'eau.

3.1 Accumulation de particules fines dans les collecteurs

L'analyse granulométrique des échantillons de sédiments a permis de mesurer l'accumulation des particules fines dans les collecteurs en 2001 et 2002. Le pourcentage moyen des particules fines retrouvées dans les collecteurs situés en amont et en aval des ponceaux a été calculé pour les trois classes de diamètres retenues (≤ 5 mm, ≤ 2 mm et $\leq 0,85$ mm) pour cette étude (tableau 6). Ces résultats ne révèlent aucun patron particulier d'accumulation de particules fines dans les collecteurs. Ainsi, on trouve plus de sédiments en amont du ponceau dans certains ruisseaux et plus en aval dans d'autres, et ce, peu importe les dispositions appliquées (RNI seul ou RNI et saines pratiques) lors de l'aménagement du réseau routier.

Tableau 6 Pourcentages moyens des particules fines mesurées dans les collecteurs

Cours d'eau	Dispositions appliquées	Bief	Pourcentage moyen (\pm écart type) par classe de diamètres (%)					
			≤ 5 mm		≤ 2 mm		$\leq 0,85$ mm	
			2001	2002	2001	2002	2001	2002
SP-01	RNI et SP ¹	Amont	9,73 (4,86)	8,41 (2,58)	7,76 (3,45)	6,91 (2,16)	5,64 (2,39)	5,25 (1,66)
		Aval	5,70 (2,42)	10,83 (5,68)	4,50 (1,73)	7,92 (3,91)	3,00 (1,07)	5,14 (2,25)
SP-02	RNI et SP	Amont	7,29 (1,87)	11,22 (4,62)	5,13 (1,43)	7,28 (1,75)	2,43 (1,14)	3,93 (0,56)
		Aval	8,01 (2,46)	12,28 (4,09)	6,51 (2,21)	9,26 (3,16)	4,17 (1,45)	6,06 (1,86)
SP-03	RNI et SP	Amont	2,61 (1,47)	8,66 (3,91)	1,61 (1,11)	5,51 (2,63)	0,66 (0,26)	2,28 (0,75)
		Aval	0,81 (0,15)	2,50 (0,40)	0,45 (0,08)	1,46 (0,34)	0,33 (0,05)	0,98 (0,24)
SP-04	RNI et SP	Amont	0,59 (0,43)	3,73 (1,28)	0,36 (0,13)	2,36 (0,88)	0,21 (0,03)	0,92 (0,34)
		Aval	0,85 (0,25)	9,51 (2,30)	0,57 (0,22)	6,44 (1,17)	0,33 (0,10)	2,42 (0,34)
SP-05	RNI et SP	Amont	0,25 (0,06)	1,68 (1,07)	0,21 (0,03)	0,91 (0,36)	0,18 (0,02)	0,54 (0,13)
		Aval	0,26 (0,07)	0,83 (0,20)	0,19 (0,03)	0,61 (0,16)	0,17 (0,02)	0,44 (0,09)
RNI-06	RNI ²	Amont	1,19 (0,32)	7,06 (2,17)	0,76 (0,21)	4,95 (1,10)	0,55 (0,15)	3,24 (0,49)
		Aval	1,32 (0,17)	6,85 (1,23)	0,81 (0,16)	4,93 (0,85)	0,55 (0,13)	3,35 (0,62)
RNI-07	RNI	Amont	1,49 (1,32)	3,92 (1,47)	1,01 (0,75)	2,73 (1,16)	0,53 (0,32)	1,42 (0,63)
		Aval	0,85 (0,15)	3,85 (1,66)	0,64 (0,08)	2,83 (1,10)	0,43 (0,05)	1,59 (0,47)
RNI-08	RNI	Amont	5,53 (2,28)	2,45 (0,45)	3,51 (0,86)	1,71 (0,41)	1,56 (0,14)	1,08 (0,22)
		Aval	2,11 (0,52)	2,29 (0,33)	1,84 (0,37)	1,85 (0,27)	1,36 (0,31)	1,36 (0,20)

1. RNI et SP : saines pratiques appliquées en plus du RNI

2. RNI : dispositions du RNI appliquées seules

Les données ont été analysées statistiquement de façon à déterminer si les facteurs « traitement » (RNI ou RNI et saines pratiques) et « bief » (amont ou aval du ponceau) ont eu un effet significatif sur l'accumulation des particules fines. Pour chaque année de l'étude, une analyse de variance a permis de comparer les pourcentages moyens des particules fines mesurées dans les collecteurs en fonction de ces deux facteurs. Les résultats, qui démontraient de l'hétérogénéité, ont été vérifiés par une analyse de rang qui a entièrement corroboré l'analyse de la variance (tableau 7).

Les résultats de l'analyse statistique indiquent que les facteurs « traitement » (RNI ou RNI et saines pratiques) et « bief » (amont ou aval du ponceau) n'ont eu aucun effet significatif sur l'accumulation des particules fines dans le lit des ruisseaux à l'étude en 2001 et 2002 (tableau 7). La texture du sol des sites à l'étude peut avoir influencé ces résultats. En effet, dans ces secteurs, le sol est caractérisé par une forte proportion de particules très fines. Généralement, lorsqu'elles se retrouvent dans le cours d'eau, ces particules sont transportées sur de grandes distances et prennent beaucoup de temps à se déposer. Elles ne peuvent sédimenter que dans des eaux très calmes (Bilby, 1985, Knighton, 1984, Sullivan et autres, 1987, Waters, 1995 dans Roberge, 1996). Dans le cas de notre étude, les collecteurs étaient enfouis dans des sites de fraie potentiels situés près des ponceaux et caractérisés par un courant continu. Cela expliquerait pourquoi les collecteurs en aval n'ont pas recueilli plus de sédiments fins que ceux situés en amont. Une fois en suspension dans l'eau, ces particules auraient été entraînées beaucoup plus loin en aval des collecteurs. Les sédiments en suspension, tout comme la sédimentation, peuvent avoir des impacts sur la santé des poissons. Ils peuvent réduire la quantité d'oxygène dissous dans l'eau et, dans des cas extrêmes, affecter les branchies et diminuer leur fonction respiratoire (Goldes et autres, 1988 et Waters, 1995 dans Henley et autres, 2000).

Ces résultats sont forts différents de ceux obtenus dans le cadre d'une étude réalisée dans des secteurs situés au nord de Québec et qui traitait également de l'impact des ponceaux sur les frayères à omble de fontaine (MRNFP, en préparation). En effet, lors de cette étude, l'échantillonnage a révélé une accumulation de particules fines plus importante en aval des ponceaux au cours des trois années suivant leur construction. Le sol de ce territoire présentait toutefois des caractéristiques différentes de celui de la Gaspésie, ce qui semble confirmer l'importance de la nature du sol sur les apports de sédiments dans les frayères.

Tableau 7 Analyse de la variance des pourcentages moyens de particules fines mesurées dans les collecteurs

Effet	Année	Diamètre des particules accumulées								
		≤ 5 mm			≤ 2 mm			≤ 0,85 mm		
		F ¹	p ²	d. l. ³	F	p	d. l.	F	p	d. l.
Traitement	2001	0,16	0,701	1	0,18	0,685	1	0,21	0,664	1
	2002	0,55	0,488	1	0,37	0,564	1	0,14	0,726	1
Bief	2001	2,79	0,146	1	1,75	0,234	1	0,16	0,703	1
	2002	0,00	0,964	1	0,03	0,870	1	0,42	0,540	1

1. Test de F

2. Probabilité : l'effet (F) est significatif lorsque $p < 0,05$

3. Degré de liberté

3.2 Érosion du réseau routier

L'inventaire des cas d'érosion a révélé que, pour les ponceaux aménagés avec les saines pratiques, tous les cas qui ont été observés se situaient à plus de 20 m des cours d'eau. Pour les ouvrages construits sans les saines pratiques, près de la moitié des cas se trouvaient à moins de 20 m. De plus, les quatre seuls cas d'érosion (tableau 8) où les sédiments atteignaient le cours d'eau ont été observés près (< 20 m) de deux ponceaux aménagés sans les saines pratiques (RNI-07 et RNI-08). À ces endroits, la pente du chemin (de 3 à 9 %) favorisait l'écoulement de l'eau vers le ponceau et dans le cours d'eau.

Par ailleurs, les chemins menant aux ponceaux SP-05 et RNI-08 semblaient les plus érodés lors de l'inventaire, puisque chacun comptait sept cas d'érosion. Cette érosion semble toutefois n'avoir causé aucun apport de sédiments dans le cours d'eau SP-05, probablement parce que la majorité des cas se sont produits à plus de 20 m du ponceau. De plus, comme la surface de roulement au-dessus de ce ponceau était plus haute que le reste de la chaussée, la pente du chemin et le profil en « V » inversé faisaient en sorte que l'eau de ruissellement était dirigée loin du cours d'eau. Pour ce qui est du ponceau RNI-08, la pente du chemin et son entretien défaillant ont contribué à canaliser l'eau sur la chaussée, ce qui a permis aux sédiments d'atteindre le cours d'eau.

Selon les observations de cette étude, l'usage des saines pratiques a permis d'éviter les problèmes d'érosion des chemins à proximité (< 20 m) des ponceaux et des cours d'eau. Les saines pratiques de planification du chemin ont certainement joué un rôle majeur dans ce résultat. Leur application a en effet permis d'éviter que ces ponceaux soient construits au bas de pentes longues et prononcées qui favorisent le ruissellement accéléré de l'eau et l'érosion du sol. Le détournement régulier des fossés vers la végétation a également contribué à réduire la quantité et la vitesse de l'eau s'écoulant vers les cours d'eau. Enfin, les pratiques concernant l'entretien du chemin ont permis de contrôler l'eau de ruissellement de la surface de roulement afin qu'elle n'atteigne pas les cours d'eau. De telles pratiques auraient certainement pu empêcher l'érosion près des ponceaux « RNI ». De plus, les risques d'érosion à long terme de la surface de roulement et d'apports de sédiments dans les cours d'eau sont plus importants, pour ces ouvrages, en raison de la pente prononcée (> 4,5 %) et longue (de 89 à 290 m) des chemins.

Tableau 8 Cas d'érosion observés sur le réseau routier

Localisation de l'érosion	Nombre de cas d'érosion observés de chaque côté (A et B) des ponceaux															
	SP-01		SP-02		SP-03		SP-04		SP-05		RNI-06		RNI-07		RNI-08	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<i>Entre les rives :</i>																
- sur le talus														1 ^a		1 ^a
- sur la chaussée - érosion longitudinale														1 ^a		1
<i>À moins de 20 m :</i>																
- sur la chaussée – érosion longitudinale																1 ^a
- sur le talus														1		
<i>Entre 20 et 60 m :</i>																
- dans le fossé														1		
- sur la chaussée – érosion longitudinale														1		
- sur le talus	1		1											6		3
<i>À plus de 60 m :</i>																
- dans le fossé														2		
- sur la chaussée - érosion transversale	1		1													
- sur le talus	1		1													1
Total	3	2	1	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	3	2	5
Pente du chemin (%)	-1	-2,5	4	-0,5	5	-0,5	-1,5	-1,5	-0,5	-0,5	7	10	3	9	6	4,5

a. Les sédiments atteignent le cours d'eau

Conclusion

Cette étude a confirmé la pertinence d'appliquer les saines pratiques de voirie forestière, en plus des normes édictées par le RNI, lors de l'aménagement des ponceaux (MRN, 2001). L'évaluation de l'érosion du réseau routier a démontré que ces pratiques contribuent à réduire l'érosion du sol et les apports de sédiments dans les cours d'eau. Les seuls cas d'érosion qui ont causé des apports de sédiments dans les cours d'eau ont été observés à moins de 20 m de ponceaux aménagés sans les saines pratiques. Ces cas d'érosion auraient pu être évités grâce aux saines pratiques comme celles qui préconisent l'aménagement des chemins en pente douce et celles qui permettent de diriger l'eau de ruissellement de la surface du chemin dans les fossés détournés vers la végétation. Ces pratiques sont particulièrement efficaces pour limiter l'érosion de la chaussée et des talus des chemins. À long terme, l'usage de telles pratiques lors de la construction des chemins forestiers ou de leur amélioration aurait pour effet de réduire les risques de dégradation du réseau routier et, par conséquent, l'apport de sédiments dans les cours d'eau.

Les résultats de l'évaluation de l'érosion n'ont cependant pas été confirmés par ceux de l'échantillonnage de sédiments dans le lit des cours d'eau. En effet, aucun lien n'a pu être établi entre les cas d'érosion, qui visiblement ont entraîné des sédiments dans le cours d'eau, et l'accumulation des particules dans les collecteurs installés en aval des ponceaux. Cela serait attribuable à la texture très fine des sols des secteurs à l'étude en Gaspésie. Une fois en suspension dans l'eau, les particules des matériaux érodés auraient été entraînées beaucoup plus loin en aval des collecteurs. Cette hypothèse pourrait être vérifiée dans des conditions similaires en installant des collecteurs plus en aval des ponceaux et en évaluant les sédiments en suspension en amont et en aval. Mentionnons qu'une étude réalisée dans la région de Québec a révélé des résultats forts différents qui semblent confirmer l'importance de la nature du sol sur les apports de sédiments dans les frayères.

Néanmoins, puisque les saines pratiques contribuent à réduire l'érosion du sol et, de ce fait, les apports de sédiments dans les ruisseaux, elles permettent de limiter les impacts sur l'habitat du poisson. Il y a donc lieu d'encourager leur utilisation par les industriels forestiers, voir même d'étudier la possibilité d'en adopter quelques-unes en tant que normes. Les saines pratiques à utiliser en premier lieu sont celles qui visent à planifier les chemins de façon à limiter le nombre de ponceaux et à éviter, le plus possible, qu'ils soient construits au bas de pentes longues et prononcées. Ces pratiques sont très efficaces pour limiter l'érosion du réseau routier à court et à long terme. En second lieu, viennent les saines pratiques qui ont pour objectif de contrôler le ruissellement à la surface des chemins et dans les fossés afin que l'eau ne puisse atteindre les cours d'eau. Les pratiques à préconiser pour atteindre cet objectif sont les suivantes :

- s'assurer que la surface du chemin au-dessus du ponceau soit le point le plus haut par rapport au profil du chemin;
- si le chemin est en pente vers le cours d'eau, créer une légère dépression transversale sur la chaussée à plus de 20 m du cours d'eau;
- bloquer et détourner régulièrement l'eau des fossés vers la végétation;
- profiler le chemin en forme de « V » inversé au moment de sa construction et de son entretien.

Annexe A Résultats de l'analyse granulométrique

Tableau 9 Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2001

Bief	Échant.	Gravier et sédiments (g)	Gravier > 5 mm	Masse des sédiments (g) par classe de diamètres (mm)						Sédiments totaux (g)
				≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
SP-01 (W4)										
Amont (76 m)	203203	1468,33	1398,12	7,61	8,60	8,35	16,03	14,25	4,34	59,18
	203202	1727,63	1450,52	84,69	55,23	30,58	54,07	40,66	9,97	275,20
	203201	1678,90	1426,30	46,42	55,93	41,51	64,57	35,45	6,73	250,61
	203200	1566,68	1458,12	21,77	27,74	16,92	24,64	13,33	2,69	107,09
	203199	1654,32	1482,75	23,70	42,55	31,22	44,49	23,50	4,75	170,21
	203198	1555,71	1456,11	12,27	20,07	17,71	28,78	16,77	3,13	98,73
Aval (50 m)	203197	1445,53	1375,00	11,66	16,04	12,31	17,77	7,96	2,66	68,40
	203196	1478,90	1386,44	15,45	27,47	16,98	20,30	7,97	2,70	90,87
	203195	1494,84	1416,41	13,53	20,63	14,66	19,18	6,84	2,22	77,06
	203194	1537,95	1506,91	5,92	7,29	5,27	7,17	3,59	1,66	30,90
	203193	1536,81	1393,12	37,96	38,51	22,71	26,76	13,80	3,27	143,01
	203192	1544,73	1437,61	24,73	25,20	18,64	26,01	8,80	2,42	105,80
SP-02 (W5)										
Amont (53 m)	203215	1608,10	1436,54	46,19	52,50	31,60	19,65	13,98	6,71	170,63
	203214	1516,15	1418,00	38,43	37,75	9,71	5,45	4,67	2,14	98,15
	203213	1521,86	1400,62	34,50	42,07	14,16	11,76	13,23	4,13	119,85
	203212	1523,18	1439,11	18,22	41,47	13,51	5,52	3,15	1,58	83,45
	203211	1550,42	1433,24	37,34	41,29	12,39	12,13	8,62	4,50	116,27
	203210	1477,00	1390,63	24,79	34,46	10,36	6,71	6,16	3,43	85,91
Aval (33 m)	203209	1650,91	1448,40	25,24	64,01	47,96	39,66	20,06	4,67	201,60
	203208	1634,72	1486,24	51,87	50,95	21,58	13,13	5,94	2,73	146,20
	203207	1542,28	1407,22	21,16	41,35	29,76	24,74	12,82	3,44	133,27
	203206	1536,36	1438,89	13,40	19,28	18,92	21,73	16,70	6,36	96,39
	203205	1535,80	1441,21	16,74	24,18	16,90	18,71	12,55	4,17	93,25
	203204	1473,87	1385,96	13,58	22,64	21,19	18,56	8,34	2,61	86,92
SP-03 (W19)										
Amont (60 m)	203191	1472,66	1425,14	17,57	18,99	4,44	2,16	1,73	1,58	46,47
	203190	1427,09	1411,02	6,05	3,14	1,23	0,98	1,55	1,63	14,58
	203189	1430,91	1413,32	7,24	2,96	1,28	1,29	2,10	2,13	17,00
	203188	1468,54	1437,55	13,77	6,42	3,35	1,80	1,56	2,01	28,91
	203187	1499,00	1426,94	18,41	36,11	10,18	2,75	2,27	1,85	71,57
	203186	1480,98	1427,79	25,56	16,83	5,04	1,97	1,70	1,73	52,83
Aval (25 m)	203185	1409,84	1395,92	5,65	2,11	0,85	0,87	1,81	2,05	13,34
	203184	1413,84	1403,43	3,14	1,20	0,50	0,55	1,23	1,68	8,30
	203183	1472,43	1458,72	5,62	1,95	0,75	0,71	1,63	2,07	12,73
	203182	1481,36	1467,82	6,00	2,08	0,85	0,77	1,43	1,87	13,00
	203181	1414,70	1400,82	6,04	1,85	0,69	0,70	1,53	2,16	12,97
	203180	1452,29	1441,69	4,31	1,42	0,50	0,48	1,17	1,61	9,49
SP-04 (W21)										
Amont (64 m)	203174	1404,72	1383,78	11,70	5,12	0,97	0,64	0,91	1,08	20,42
	203175	1417,44	1411,33	1,28	1,35	0,45	0,37	0,82	1,14	5,41
	203176	1458,69	1451,07	2,38	1,58	0,54	0,48	0,91	1,19	7,08
	203177	1390,34	1385,52	0,91	0,95	0,33	0,36	0,75	1,12	4,42
	203178	1453,00	1447,62	1,54	1,44	0,63	0,61	0,95	1,20	6,37
	203179	1452,81	1445,53	2,20	1,61	0,47	0,43	0,89	1,13	6,73
Aval (30 m)	203168	1455,76	1445,42	4,60	2,10	0,76	0,70	0,87	0,93	9,96
	203169	1423,56	1412,70	3,00	2,42	0,88	0,88	1,01	1,02	9,21
	203170	1455,34	1444,39	3,57	3,03	1,05	0,90	1,08	0,90	10,53
	203171	1477,33	1462,24	4,66	4,52	1,85	1,52	1,12	0,98	14,65
	203172	1412,43	1401,41	3,68	2,46	1,16	1,08	1,07	1,15	10,60
	203173	1429,39	1409,32	4,91	6,46	3,06	1,97	1,30	0,98	18,68

Tableau 9 Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2001 (suite)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments (g)	Gravier > 5	Masse des sédiments (g) par classe de diamètres (mm)						Sédiments totaux (g)
				≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
SP-05 (GA01)										
Amont (24 m)	203227	1374,36	1370,34	0,92	0,34	0,25	0,38	0,80	1,06	3,75
	203226	1412,46	1408,61	0,25	0,24	0,26	0,34	0,78	1,03	2,90
	203225	1427,92	1423,83	0,11	0,22	0,17	0,27	0,67	1,14	2,58
	203224	1440,39	1436,21	0,63	0,38	0,24	0,32	0,86	1,08	3,51
	203223	1382,56	1377,84	0,30	0,34	0,29	0,41	0,93	1,11	3,38
	203222	1482,05	1475,66	1,52	0,74	0,35	0,44	1,02	1,26	5,33
Aval (16 m)	203221	1416,77	1412,46	1,23	0,20	0,16	0,25	0,72	1,12	3,68
	203220	1404,12	1399,64	0,82	0,33	0,18	0,25	0,74	1,08	3,40
	203219	1396,42	1391,00	0,46	0,26	0,21	0,31	0,74	1,07	3,05
	203217	1442,63	1438,41	0,24	0,19	0,17	0,24	0,82	1,15	2,81
	203216	1463,67	1459,00	0,76	0,18	0,14	0,26	0,69	1,23	3,26
	203218	1494,49	1487,31	2,30	0,50	0,30	0,39	1,04	1,42	5,95
RNI-06 (W27)										
Amont (47 m)	203166	1452,52	1433,00	7,77	3,42	1,63	1,74	2,86	2,30	19,72
	203167	1435,34	1412,11	6,26	4,30	2,42	2,72	3,23	2,41	21,34
	203165	1410,37	1392,01	7,25	3,06	1,34	1,38	2,25	2,40	17,68
	203164	1469,73	1460,61	2,69	1,44	0,68	0,83	1,41	1,40	8,45
	203163	1427,00	1407,42	7,16	3,30	1,51	1,60	2,57	2,60	18,74
	203162	1470,00	1452,23	6,05	3,03	1,36	1,47	2,63	2,54	17,08
Aval (30 m)	203161	1470,34	1448,82	8,03	3,67	1,66	1,67	2,28	2,69	20,00
	203160	1411,92	1393,94	7,83	2,77	1,15	1,18	2,29	2,40	17,62
	203159	1504,25	1487,01	5,89	2,65	1,30	1,45	2,61	2,20	16,10
	203158	1405,01	1381,75	7,40	4,21	2,09	2,11	3,08	2,74	21,63
	203157	1442,74	1425,51	8,10	4,45	1,08	0,89	1,54	1,69	17,75
	203156	1448,25	1424,89	6,46	5,00	2,88	2,20	2,47	2,04	21,05
RNI-07 (W32)										
Amont (108 m)	203155	1453,12	1446,02	0,81	1,03	0,47	0,55	1,13	1,32	5,31
	203154	1456,44	1448,53	1,62	1,64	0,66	0,67	1,20	1,57	7,36
	203153	1462,56	1419,04	15,84	18,60	3,58	1,71	1,97	1,70	43,40
	203152	1503,31	1487,49	1,98	5,57	2,81	1,75	1,92	1,61	15,64
	203151	1493,24	1442,20	20,56	13,26	5,69	4,44	4,03	2,31	50,29
	203150	1492,42	1479,71	2,20	2,63	1,23	1,17	1,60	1,63	10,46
Aval (87 m)	203149	1489,90	1478,63	1,96	2,83	1,62	1,34	1,38	1,73	10,86
	203148	1495,12	1482,44	2,23	3,37	1,65	1,27	1,62	1,60	11,74
	203147	1430,00	1418,46	2,85	2,54	1,08	0,97	1,61	1,69	10,74
	203146	1469,80	1457,54	2,22	2,91	1,45	1,34	1,91	1,66	11,49
1.1	203145	1420,25	1405,72	3,79	3,16	1,36	1,20	1,67	1,60	12,78
	203144	1438,61	1421,50	5,07	3,68	1,84	1,65	2,10	2,01	16,35
RNI-08 (MA08)										
Amont (66 m)	203233	1498,71	1455,10	6,82	14,29	8,96	6,26	4,95	2,89	44,17
	203232	1556,80	1447,52	46,22	39,23	9,75	5,87	4,14	2,31	107,52
	203231	1507,65	1441,00	14,07	24,61	12,33	7,88	4,59	2,47	65,95
	203230	1525,84	1381,84	67,73	51,78	11,12	5,77	4,11	2,81	143,32
	203229	1471,08	1394,53	26,90	24,57	9,83	6,12	4,62	2,60	74,64
	203228	1500,51	1431,83	23,10	22,93	9,39	5,67	3,99	2,52	67,60
Aval (48 m)	203239	1502,62	1478,40	1,81	5,01	4,18	3,98	4,71	3,94	23,63
	203238	1438,22	1403,71	4,03	6,84	5,00	4,35	6,69	7,92	34,83
	203237	1491,07	1449,82	8,94	9,05	5,97	5,08	7,30	6,31	42,65
	203236	1466,34	1432,85	3,94	7,52	5,25	4,83	6,34	4,92	32,80
	203235	1431,62	1408,92	2,63	6,60	3,45	2,87	3,32	2,74	21,61
	203234	1503,51	1471,91	2,82	7,00	4,52	4,07	5,44	6,97	30,82

Tableau 10 Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2002

Bief	Échant.	Gravier et sédiments (g)	Gravier > 5	Masse des sédiments (g) par classe de diamètres (mm)						Sédiments totaux (g)
				≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
SP-01 (W4)										
Amont (150 m)	262086	1551,50	1433,60	12,84	18,89	23,13	41,06	18,52	3,12	117,90
	262087	1534,40	1396,00	22,13	31,69	21,48	35,36	22,94	4,49	138,40
	262088	1515,10	1376,50	34,29	30,85	17,95	31,97	19,67	3,68	138,60
	262089	1496,20	1425,80	14,62	15,93	9,83	16,67	10,95	2,35	70,40
	262090	1572,50	1455,60	19,23	16,89	16,26	35,78	24,11	4,20	116,90
Aval (50 m)	262091	1666,30	1457,40	35,65	42,43	39,85	64,76	23,12	3,05	208,90
	262080	1445,70	1382,20	13,01	13,30	9,28	14,67	9,12	3,76	63,50
	262081	1483,40	1369,10	26,00	25,64	17,22	25,41	15,00	5,00	114,30
	262082	1543,30	1446,40	23,60	21,76	15,40	20,89	11,07	4,06	96,90
	262083	1663,20	1411,70	82,48	64,74	32,99	40,50	23,34	7,41	251,50
	262084	1630,50	1428,70	50,69	57,10	33,28	38,05	17,17	5,51	201,80
	262085	1650,70	1335,10	85,49	85,73	38,96	65,28	33,42	6,32	315,60
SP-02 (W5)										
Amont (53 m)	262030	1690,50	1384,80	139,68	89,94	30,75	23,87	16,24	4,87	305,70
	262031	1739,00	1595,30	40,60	44,76	20,58	16,86	12,56	4,97	143,70
	262032	1650,60	1505,85	33,98	43,25	27,03	20,12	14,58	5,76	144,75
	262033	1738,30	1568,40	49,73	50,16	29,17	20,94	14,02	5,53	169,90
		absent								
Aval (33 m)	262024	1691,40	1419,30	71,80	84,82	52,42	41,18	17,50	4,17	272,10
	262025	1597,90	1476,50	20,10	25,57	24,50	33,29	13,55	3,85	121,40
	262026	1591,80	1475,70	34,31	26,40	19,03	21,13	11,29	3,93	116,10
	262027	1669,20	1413,10	54,52	70,73	51,55	48,50	23,59	6,67	256,10
	262028	1620,40	1433,00	56,43	44,05	31,62	33,73	16,17	5,10	187,40
	262029	1636,30	1377,90	59,17	64,06	56,62	53,32	19,92	4,90	258,40
SP-03 (W19)										
Amont (60 m)	262006	1512,20	1442,10	29,92	17,97	6,38	5,48	5,73	4,10	70,10
	262007	1572,70	1427,70	51,22	60,00	16,45	7,14	5,86	4,13	145,00
	262008	1536,40	1448,40	27,44	25,11	14,11	8,60	7,23	5,24	88,00
	262009	1500,00	1403,70	41,69	31,32	10,90	5,33	3,83	3,02	96,30
	262010	1534,10	1366,90	53,41	62,55	27,33	12,29	7,33	4,08	167,20
	262011	1669,00	1417,40	91,67	110,68	28,00	11,22	6,51	3,15	251,60
Aval (25 m)	262000	1406,70	1364,30	15,60	8,15	4,69	4,60	5,32	4,00	42,40
	262001	1391,80	1365,20	11,69	4,75	1,86	1,98	3,18	2,95	26,60
	262002	1443,00	1402,80	14,58	8,92	4,17	3,82	4,53	4,00	40,20
	262003	1430,30	1399,30	15,06	5,52	2,45	1,97	2,75	3,16	31,00
	262004	1454,40	1417,10	15,45	7,08	2,99	2,91	4,40	4,35	37,30
	262005	1412,00	1375,50	16,04	6,62	2,95	2,68	4,00	4,21	36,50
SP-04 (W21)										
Amont (64 m)	262018	1439,60	1401,20	8,51	13,45	7,84	4,73	2,27	1,34	38,40
	262019	1418,90	1371,50	15,31	16,66	6,02	3,85	2,96	0,65	47,40
	262020	1426,50	1387,00	19,18	13,06	2,79	1,58	1,47	1,33	39,50
	262021	1464,30	1420,00	14,12	19,14	6,40	1,97	1,37	1,21	44,30
	262022	1452,60	1367,50	26,57	37,21	12,12	5,26	2,45	1,36	85,10
	262023	1428,60	1361,10	31,40	25,33	4,77	2,52	1,76	1,38	67,50
Aval (30 m)	262012	1487,80	1359,90	45,76	52,14	16,74	7,72	3,68	1,72	127,90
	262013	1539,50	1389,80	47,02	61,20	26,87	9,41	3,31	1,57	149,70
	262014	1494,40	1350,10	41,74	68,60	18,45	8,43	5,54	1,03	144,30
	262015	1450,00	1368,00	15,13	32,90	19,74	9,33	3,16	1,55	82,00
	262016	1528,20	1339,20	74,84	76,12	20,77	10,62	4,06	0,03	189,00
	262017	1482,00	1317,70	49,59	70,53	30,54	9,33	2,79	1,37	164,30

Tableau 10 Quantités de sédiments provenant des cours d'eau étudiés en 2002 (suite)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments (g)	Gravier > 5	Masse des sédiments (g) par classe de diamètres (mm)						Sédiments totaux (g)
				≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
SP-05 (GA-01)										
Amont (24 m)	262040	1533,20	1522,70	2,45	2,03	1,05	1,23	2,05	1,67	10,50
	262041	1474,70	1463,40	4,04	1,87	0,95	1,04	1,87	1,52	11,30
	262042	1489,40	1470,30	5,44	4,26	2,30	2,24	2,83	1,97	19,10
	262043	1521,70	1475,70	26,07	10,34	2,69	2,22	2,73	1,86	46,00
	262044	1489,40	1470,30	5,44	4,26	2,30	2,24	2,83	1,97	19,10
	262045	1521,70	1475,70	26,07	10,34	2,69	2,22	2,73	1,86	46,00
Aval (16 m)	262034	1466,80	1454,30	3,40	2,40	1,23	1,36	2,34	1,72	12,50
	262035	1531,30	1521,20	2,38	1,76	0,93	1,12	2,00	1,82	10,10
	262036	1548,30	1529,60	3,74	4,89	2,82	2,84	3,27	0,30	18,70
	262037	1441,50	1431,50	2,83	1,84	0,92	1,06	1,80	1,40	10,00
	262038	1496,30	1485,60	2,90	1,98	1,07	1,17	1,94	1,57	10,70
	262039	1469,30	1456,70	3,33	2,33	1,34	1,48	2,29	1,79	12,60
RNI-06 (W27)										
Amont (47 m)	262074	1514,20	1366,00	54,52	42,87	18,28	14,69	12,54	5,13	148,20
	262075	1495,50	1372,00	29,95	31,95	20,22	18,98	16,19	6,06	123,50
	262076	1524,60	1466,60	6,83	8,70	10,06	14,53	13,55	4,28	58,00
	262077	1666,20	1529,20	62,08	28,95	13,38	13,53	13,18	5,65	137,00
	262078	1500,70	1397,90	29,83	24,56	15,33	15,94	12,23	4,69	102,80
	262079	1534,20	1450,50	12,69	20,94	17,76	17,27	11,24	3,72	83,70
Aval (30 m)	262068	1604,50	1523,60	21,84	16,92	11,44	12,41	11,91	6,17	80,90
	262069	1618,90	1502,50	26,31	29,27	17,36	18,40	17,67	7,28	116,40
	262070	1582,20	1485,80	24,88	21,06	14,99	15,40	12,98	6,46	96,40
	262071	1570,30	1448,78	36,19	26,06	16,81	17,00	16,73	8,64	121,52
	262072	1550,80	1419,10	39,58	28,10	16,85	17,42	19,51	9,94	131,70
	262073	1494,70	1397,00	30,32	26,84	14,70	11,39	9,27	5,06	97,70
RNI-07 (W32)										
Amont (108 m)	262062	1456,90	1377,00	25,78	19,64	13,53	10,30	6,92	3,40	79,90
	262063	1417,80	1370,90	15,17	17,33	5,49	3,97	2,95	1,89	46,90
	262064	1545,70	1455,20	20,39	38,30	19,16	6,92	3,33	2,18	90,50
	262065	1416,80	1362,50	18,00	22,70	6,20	2,72	2,45	2,00	54,30
	262066	1486,50	1454,40	10,94	8,24	4,25	3,41	2,87	2,18	32,10
	262067	1487,80	1444,80	13,13	9,84	6,43	5,53	4,51	3,12	43,00
Aval (87 m)	262056	1492,50	1421,50	17,70	25,44	11,87	7,13	5,51	3,18	71,00
	262057	1512,90	1414,10	30,30	32,66	15,96	9,35	6,63	3,65	98,80
	262058	1475,60	1439,40	9,12	8,89	5,80	5,04	4,42	2,80	36,20
	262059	1511,60	1453,90	16,70	19,47	8,52	5,64	4,52	2,72	57,70
	262060	1513,20	1458,40	11,50	18,24	10,53	7,15	4,80	2,20	54,80
	262061	1499,00	1470,30	5,42	7,06	5,33	4,38	3,89	2,40	28,70
RNI-08 (MA08)										
Amont (66 m)	262098	1516,60	1487,40	11,71	5,37	2,64	2,61	3,43	3,14	29,20
	262099	1496,70	1465,00	9,65	8,00	4,10	3,46	3,59	2,59	31,70
	262100	1548,50	1510,90	11,42	10,11	5,03	3,93	4,10	2,84	37,60
	262101	1511,50	1473,70	10,60	10,12	5,76	4,74	4,03	2,35	37,80
	262102	1581,40	1530,20	14,01	15,14	8,07	5,53	5,16	3,08	51,20
	262103	1511,70	1474,40	8,72	9,69	6,35	5,26	4,46	2,56	37,30
Aval (48 m)	262092	1527,00	1489,50	5,23	8,05	5,98	4,87	6,63	6,21	37,50
	262093	1535,10	1501,50	6,44	7,41	4,72	4,65	5,96	4,10	33,60
	262094	1555,70	1514,20	6,73	9,86	6,39	5,09	7,00	5,98	41,50
	262095	1508,00	1478,80	5,40	6,67	3,91	3,32	4,85	4,67	29,20
	262096	1533,20	1493,20	9,28	7,76	4,71	4,53	6,22	7,10	40,00
	262097	1515,50	1486,60	4,84	5,82	3,71	3,51	5,25	5,40	28,90

Bibliographie

- ARGENT, D. G. et P. A. FLEBBE, 1999. « Fine Sediment Effects on Brook Trout Eggs in Laboratory Streams », *Fisheries Research*, vol. 39, p. 253-262.
- EVERY, E. L., 1996. « Evaluation of Sediment Traps and Artificial Gravel Riffles Constructed to Improve Reproduction of Trout in Three Wisconsin Streams », *N. Am. J. Fish. Manage.*, vol. 16, p. 282-293.
- BIO INNOVE INC., 2004. *SÉDIBAC : un produit Bio Innove inc.* [en ligne], adresse WEB : <http://www.bio-innove.ca>, (page consultée en août 2004).
- CARLINE, R. F., 1980. « Features of Successful Spawning Site Development for Brook Trout in Wisconsin Ponds », *Trans. Am. Fish. Soc.*, vol. 109, p. 453-457.
- CASTRO, J. et F. RECKENDORF, 1995. « Effects of Sediment on the Aquatic Environment : Potential NRCS Action to Improve Aquatic Habitat », RCA Working Paper No. 6, *RCA Publications archives* [en ligne], NRCS, USDA, adresse WEB : http://www.nhq.nrcs.usda.gov/RCA_PAPERS/WP06/wp06text.html.
- CEDERHOLM, C. L. et L. M. REID, 1987. « Impacts of Forest Management on Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) Populations of the Clearwater River, Washington : A Project Summary », *Streamside Management : Forestry and Fishery Interactions*, Seattle, WA., College of Forest Resources, University of Washington, AR-10, p. 373-398.
- FRASER, J. M., 1985. « Shoal Spawning of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, in a Precambrian Shield Lake », *Nat. Can.* (Revue d'écologie et de systématique), 112 (2), p. 163-174.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1996. « Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public », c. F-4.1, r. 1.001, décret 1627-88 modifié par les décrets 911-93 du 22 juin 1993 et 498-96 du 24 avril 1996, *Gazette officielle du Québec*, 8 mai 1996, p. 2750-2786.
- HENLEY, W. F., M. A. PATTERSON, R. J. NEVES et A. D. LEMLY, 2000. « Effects of Sedimentation and Turbidity on Lotic Food Webs: A Concise Review for Natural Resource Managers », *Reviews in Fisheries Science*, 8 (2), p. 125-139.
1. Goldes, S. A., H. W. Ferguson, R.D. Moccia et P.Y. Daoust, 1988.
 2. Waters, T. F., 1995.
- KNAPP, R. A. et V.T. VREDENBURG, 1996. « A Field Comparison of the Substrate Composition of California Golden Trout Redds Sampled with Two Devices », *N. Am. J. Fish. Manage.*, vol. 16, p. 674-681.
- KONDOLF, G. M., 2000. « Assessing Salmonid Spawning Gravel Quality », *Trans. Am. Fish. Soc.*, vol. 129, p. 262-281.
- LACHANCE, S. et M. DUBÉ, 2004. « A New Tool for Measuring Sediment Accumulation with Minimal Loss of Fines », *N. Am. J. Fish. Manage.*, vol. 24, p. 303-310.

- L'ÉCUYER, H. et N. LAFONTAINE, 2003. *Méthodologie d'évaluation des cas graves d'érosion sur le réseau routier forestier*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.
- LOTSPEICH, F. B. et F. H. EVEREST, 1981. *A New Method for Reporting and Interpreting Textural Composition of Spawning Gravel*, Portland, Oregon, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Res. Note PNW-369, 11 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (MRN), 2001. *Saines pratiques : voirie forestière et installation de ponceaux*, Caplan (Québec), gouvernement du Québec, Direction régionale de la Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine, code de diffusion 2001-3074, 27 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MRNFP), en préparation. *Impact de l'apport des sédiments sur la qualité du substrat de fraie de l'omble de fontaine à la suite de l'aménagement de ponceaux en milieu forestier*, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'environnement forestier et Direction de la recherche sur la faune.
- PESCA, 1999. *Détermination de la composition granulométrique du substrat des aires de fraie et de taccage de la Branche du Lac et de la Branche aux Saumons : rivière Cascapédia*, rapport d'étude remis à la Société Cascapédia inc., 24 p. et annexes.
- ROBERGE, J., 1996. *Impacts de l'exploitation forestière sur le milieu hydrique : revue et analyse de documentation*, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, 68 p. et annexe.
1. Bilby, R. E., 1985.
 2. Knighton, D., 1984.
 3. Sullivan, K., T. E. Lisle, C. A. Dolloff, G. E. Grant et L. M. Reid, 1987.
 4. Waters, T. F., 1995.
- SAS INSTITUTE, 1999. *The SAS System for Windows*, Release 8, Cary, NC, U.S.A., SAS Institute inc.
- WESCHE, T.A., Q.W. REISER, V.R. HASFURTHER, W.A. HUBERT et Q.D. SKINNER, 1989. « New Technique for Measuring Fine Sediment in Streams », *N. Am. J. Fish. Manage.*, vol. 9, p. 234-238.
- YOUNG, M. K., W. A. HUBERT et T. A. WESCHE, 1991. « Selection of Measures of Substrate Composition to Estimate Survival to Emergence of Salmonids and to Detect Changes in Stream Substrates », *N. Am. J. Fish. Manage.*, vol. 11, p. 339-346.

**Ressources
naturelles,
Faune et Parcs**

Québec 