



L'impact de ponceaux aménagés  
en milieu forestier sur l'habitat de  
l'omble de fontaine





---

---

L'impact de ponceaux aménagés  
en milieu forestier sur l'habitat  
de l'omble de fontaine

---

---

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



**Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**

Direction de l'environnement forestier  
Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec

Québec, décembre 2006

DEF-0224

---

---

## Équipe de travail

### Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale : Jacques Boivin; Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec : Stéphanie Lachance; Direction de l'environnement forestier : Sylvie Delisle, Renaud Dostie, Maryse Dubé et Pierre LaRue; Direction de la recherche sur la faune : Pierre Bérubé et Conrad Groleau; Direction de l'aménagement des forêts publiques et privées : Gil Lambany.

## Collaborateurs

### Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Direction de l'environnement forestier : Denis Auger, Johanne Beaulieu, Véronique Belley, Gisèle Couture, Lise Deschênes, Mélanie Loiselle, Claude Paquet, Guy Parent, Danièle Pouliot, Pascal Rioux, Alain Schreiber et David Viens; Direction générale de la connaissance forestière et de la production de plants : Jean-Marc Bonneau, Carol De Blois, Patrice Dugas, Martine Labrecque-Roy et Lyne Vallière; Faune Québec : Bruno Baillargeon, Jennifer Bélanger, Jean-François Bernier, Tommy Castegan, Christian Fradette, Gilles Mercier, Annie Paquet, Sylvain Pelletier, Gaston Picard, David Roscoe, Hugues Sansregret et Valérie Simard; UG Grand-Portage : Gleason Gagnon; UG Bas-Saint-Laurent : Richard Paradis et Michel Langis; UG Saguenay-Sud-Shipshaw : Mivil Blackburn et Laval Deschênes; UG Rivière-Pérignonka : Guy-Paul Levasseur; UG Portneuf-Laurentides : Richard Larochelle; UG Charlevoix : Claude Desrosiers; UG Bas-Saint-Maurice : Guylaine Guillemette; UG Windigo-Gouin : Pierre Valois et Alain Fortier.

### Compagnies forestières

Abitibi-Consolidated inc. : Ian Lavoie; Exploitation Forestière Sélect inc. : Stéphane Riopel et Marc Asselin; Gustave et J.-Guy Talbot inc. : Jocelyn Tanguay; Stadacona S.E.C. (Scierie Leduc) : Pierre Alain.

## Pour plus de renseignements

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Direction de l'environnement forestier

880, chemin Sainte-Foy, bureau 6,50

Québec (Québec) G1S 4X4

Téléphone : 418 627-8646

Télécopieur : 418 643-5651

Courriel : [def@mrfn.gouv.qc.ca](mailto:def@mrfn.gouv.qc.ca)

Site Internet : [www.mrfn.gouv.qc.ca](http://www.mrfn.gouv.qc.ca)

Numéro de publication : DEF-0224

Cette publication, conçue pour une impression recto verso, est disponible en ligne uniquement à l'adresse : [www.mrfn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/impact-ponceaux-omble.pdf](http://www.mrfn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/impact-ponceaux-omble.pdf)

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

**Mots-clés** : cours d'eau, effet, forêt, milieu forestier, érosion, fines, frayère, habitat, impact, omble de fontaine, poisson, ponceau, Québec, route, saine pratique, salmonidé, *Salvelinus fontinalis*, sédiments, substrat de fraie.

**Key words** : best practice, brook trout, culvert, erosion, fines, fish, forest environment, habitat, impact, Quebec, road, salmonid, sediment, spawning bed, spawning gravel, stream, water crossing.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2007

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2007

ISBN : 978-2-550-49824-7

## Résumé

Cette étude a permis d'évaluer les effets de la construction de cinq ponceaux en milieu forestier sur la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine. D'importantes quantités de sédiments ont été retrouvées jusqu'à 200 m en aval des ponceaux, et ce, même trois ans après leur construction. Les quantités mesurées pourraient affecter la qualité des sites de fraie des salmonidés, nuire à leur reproduction à court et à moyen terme et entraîner une diminution de leur nourriture. La distance à laquelle les quantités de sédiments retrouvées en aval redeviennent similaires à celles mesurées en amont a été estimée pour deux cours d'eau au moyen d'une analyse de régression. Cette distance est de cinq à trente fois supérieure à la distance réglementaire de protection de 50 m - actuellement en vigueur au Québec - pour les frayères identifiées dans les plans annuels d'intervention forestière (PAIF).

Les auteurs recommandent que les autorités en place statuent sur une augmentation des mesures de protection des frayères visées par le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI). Ils proposent qu'une équipe d'experts décide de la protection à accorder à chacune d'elles. D'autres mesures (ex. : saines pratiques) devraient aussi être mises en place pour minimiser la sédimentation à l'échelle du bassin versant. Les petits cours d'eau de tête et les frayères non indiquées dans les PAIF seraient ainsi protégés des effets de l'aménagement du réseau routier.



## Table des matières

Introduction .....	1
1. Méthodologie.....	3
1.1. Sélection des cours d'eau .....	3
1.2. Sélection des biefs .....	4
1.3. Caractérisation des cours d'eau.....	4
1.4. Caractérisation des ponceaux et évaluation de leur conformité.....	5
1.5. Évaluation de l'érosion des chemins .....	8
1.6. Récolte des sédiments à la profondeur de fraie.....	8
1.7. Analyses des sédiments.....	9
1.8. Analyses statistiques des résultats .....	10
2. Résultats et discussion .....	11
2.1. Composition du gravier à la surface du lit des cours d'eau.....	11
2.2. Accumulation des sédiments à la profondeur de fraie .....	12
2.3. Origine des sédiments.....	13
2.4. Impact des sédiments .....	15
2.5. Distance de retour aux quantités mesurées en amont.....	17
Conclusion et recommandations.....	21
Annexe A Méthode de dénombrement des particules .....	23
Annexe B Composition granulométrique du gravier de surface.....	25
Annexe C Résultats de la séparation granulométrique.....	31
Annexe D Résultats du dosage de la matière organique.....	55
Bibliographie .....	57

## Liste des tableaux

Tableau 1	Détails concernant la localisation des cours d'eau et des ponceaux .....	3
Tableau 2	Caractéristiques générales des biefs des cours d'eau à l'étude .....	5
Tableau 3	Caractéristiques générales des ponceaux .....	6
Tableau 4	Conformité des ponceaux aux normes du RNI visant à limiter les apports de sédiments .....	7
Tableau 5	Dates de prélèvement des collecteurs installés dans les cours d'eau .....	9
Tableau 6	Pourcentage moyen des sédiments mesurés dans les collecteurs jusqu'à cinq ans après la construction des ponceaux .....	13
Tableau 7	Cas d'érosion qui ont causé des apports de sédiments dans les cours d'eau .....	14
Tableau 8	Modèle de régression linéaire entre la quantité de sédiments fins et la distance par rapport aux ponceaux .....	18

## Liste des figures

Figure 1	Localisation des cours d'eau à l'étude .....	3
Figure 2	Collecteur de sédiments Sédibac .....	8
Figure 3	Taux d'émergence des alevins par rapport à la sédimentation .....	16
Figure 4	Gabarit utilisé pour mesurer les particules .....	23
Figure 5	Patron de prélèvement des particules pour le dénombrement .....	23
Figure 6	Formulaire utilisé pour noter la taille des particules .....	24
Figure 7	Ruisseau Aubé : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm) .....	25
Figure 8	Rivière aux Canards : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm) .....	26
Figure 9	Ruisseau Bernier : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm) .....	27
Figure 10	Ruisseau Roza : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm) .....	28
Figure 11	Ruisseau Saunier : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm) .....	29



## Introduction

Dans les forêts publiques québécoises, il se construit chaque année près de cinq mille kilomètres de chemin et environ dix mille ponts et ponceaux. Le réseau routier forestier est reconnu comme la principale cause des apports de sédiments dans les ruisseaux et les rivières (Delisle et Dubé, 2003; Dubé et autres, 1999; Goldes et autres, 1988 dans Henley et autres, 2000; Gucinski et autres, 2000; Waters, 1995). La turbidité et la sédimentation qui résultent de l'introduction de particules fines ( $\leq 5$  mm) dans les cours d'eau peuvent être très dommageables pour les organismes aquatiques (Clarke et Scruton, 1997; Saint-Onge et autres, 2001). 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 (Alexander et Hansen, 1983 et 1986; Argent et Flebbe, 1999; Castro et Reckendorf, 1995; Chapman, 1988; Hausle et Coble, 1976; Witzel et MacCrimmon, 1983; Young et autres, 1991). En effet, l'accumulation de sédiments peut considérablement affecter la reproduction des salmonidés en nuisant à l'incubation et à l'émergence des alevins (Peterson et Metcalfe, 1981; Moring, 1982; Witzel et MacCrimmon, 1983; Raleigh et Nelson, 1985; Cederholm et Reid, 1987; Scrivener et Brownlee, 1989; Argent et Flebbe, 1999). De plus, la sédimentation dans les cours d'eau peut être néfaste au développement des organismes benthiques qui sont une source importante de nourriture pour les poissons (Vuori et Johensuu, 1996; Vuori et autres, 1998; Van Lear et autres, 1998; Scrimgeour et autres, 2000; Gayraud et autres, 2002; Liljaniemi et autres, 2002; Williams et autres, 2002) et d'autres vertébrés comme les salamandres (Lowe et autres, 2004).

Au Québec, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) a mis en œuvre des dispositions légales visant à réduire au minimum l'impact de la construction des chemins forestiers et des autres activités d'aménagement sur les ressources de la forêt et sur le milieu aquatique. La plupart de ces dispositions sont incluses dans le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI) (Gouvernement du Québec, 1996). Plusieurs normes du RNI concernent l'aménagement des ponceaux. L'une d'elles interdit plus particulièrement la construction d'un ouvrage à moins de 50 m en amont d'une frayère indiquée dans le plan annuel d'intervention forestière (PAIF) dans le but d'éviter la destruction du milieu de reproduction des poissons (article 39 du RNI).

De 2000 à 2005, le MRNF a réalisé une étude sur l'efficacité de cette distance de protection de 50 m. L'objectif était de mesurer l'impact de la construction de ponceaux conformes au RNI sur la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine. À cette fin, les sédiments ont été mesurés dans le lit de cinq cours d'eau en amont et en aval de ponceaux aménagés en 2000 et 2001. Cette étude devait permettre de vérifier les deux hypothèses suivantes :

- L'accumulation des sédiments fins ( $\leq 5$  mm) à la surface du lit des cours d'eau est plus grande en aval des ponceaux qu'en amont et elle n'a lieu que pendant une courte période ( $< 5$  ans) après la construction.
- L'accumulation des sédiments fins en profondeur dans le gravier (jusqu'à 15 cm) du lit des cours d'eau est plus importante en aval des ponceaux qu'en amont, elle se fait sentir à plus de 50 m du ponceau et elle persiste plus longtemps que celle observée à la surface du lit des cours d'eau.

Les quantités de sédiments récoltés dans le lit des cours d'eau ont été comparées au pourcentage de particules fines qui est reconnu pour avoir un impact négatif sur l'incubation et l'émergence des alevins. La matière organique des sédiments accumulés dans le lit a été dosée

afin de vérifier si ces derniers provenaient de la route et du ponceau et non de l'érosion naturelle du lit de la rivière. De plus, l'érosion des chemins et des talus, qui aurait pu causer des apports de sédiments dans les cours d'eau, a été évaluée à proximité des ponceaux. Les résultats de l'accumulation des sédiments fins à la profondeur de fraie ont été modélisés de manière à pouvoir estimer la distance maximale à laquelle les quantités mesurées dans le lit en aval des ponceaux redeviennent similaires à celles observées en amont. Cette partie de l'étude vise plus particulièrement à déterminer, si nécessaire, une nouvelle distance de protection des frayères.

Ce rapport expose les résultats et les conclusions de l'étude et formule des recommandations qui visent à limiter l'apport de sédiments aux cours d'eau. On y présente également une description des différents sites étudiés et des méthodes utilisées pour la sélection des cours d'eau, la récolte et l'analyse des sédiments ainsi que pour l'évaluation de l'érosion des talus et des chemins près des ponceaux.

## 1. Méthodologie

Cinq cours d'eau situés en milieu forestier ont été choisis pour réaliser cette étude. Quatre d'entre eux ont été sélectionnés en 2000, soit les ruisseaux Bernier, Roza et Saunier, situés dans la Réserve des Laurentides, et la rivière aux Canards située dans la ZEC Buteux, au nord-ouest de Saint-Siméon (figure 1). Le cinquième cours d'eau, le ruisseau Aubé, a été sélectionné en 2001. Il se trouve en Mauricie, dans la ZEC Bessone, au sud-est de La Tuque. Ce cours d'eau est l'un des tributaires du lac Wayagamac. D'autres détails concernant la localisation des cours d'eau et des ponceaux sont présentés dans le tableau 1.

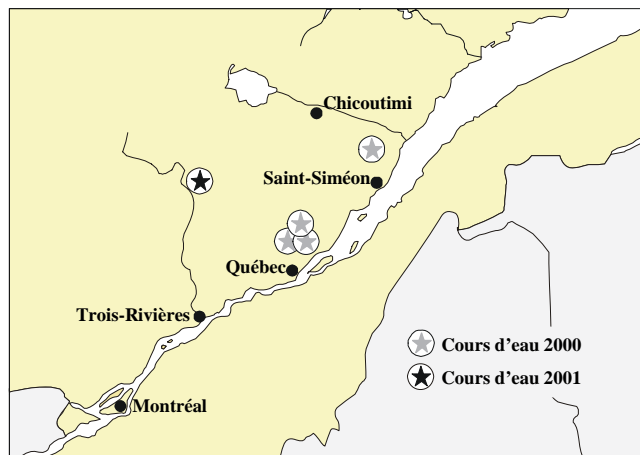


Figure 1 Localisation des cours d'eau à l'étude

Tableau 1 Détails concernant la localisation des cours d'eau et des ponceaux

Cours d'eau	Territoire	Unité de gestion du MRNF	Bénéficiaire de CAAF	Longitude et latitude des ponceaux	
Aubé	ZEC Bessone	Windigo-Gouin	La Compagnie Commonwealth Plywood Itée	47°20'30"	72°35'30"
Aux Canards	ZEC Buteux	Charlevoix	Abitibi-Consolidated inc.	48°00'39"	69°57'72"
Bernier	Réserve des Laurentides	Portneuf-Laurentides	Stadacona S.E.C. (Division Scierie Leduc)	47°23'13"	71°06'85"
Roza	Réserve des Laurentides	Portneuf-Laurentides	Stadacona S.E.C. (Division Scierie Leduc)	47°25'98"	71°03'85"
Saunier	Réserve des Laurentides	Portneuf-Laurentides	Stadacona S.E.C. (Division Scierie Leduc)	47°22'01"	71°04'95"

### 1.1 Sélection des cours d'eau

Le territoire a été choisi en raison de l'abondance de l'habitat de l'omble de fontaine et en fonction des prévisions de construction des ponceaux. Une première sélection des cours d'eau a été faite à partir des plans annuels d'intervention forestière par la Direction de l'environnement forestier du MRNF. Les unités de gestion du MRNF et les industries forestières concernées ont également été consultées à ce sujet. Par la suite, tous les sites présélectionnés ont été visités pour évaluer leur potentiel et faire le choix final. Ainsi, plus de 75 cours d'eau ont été visités en 2000 et 2001 avant de procéder à la sélection finale des cinq cours d'eau.

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

- un écoulement permanent;
- une largeur de 1 à 10 m en étiage estival;
- un profil longitudinal offrant une succession de faciès d'écoulement propices à la fraie;

- un substrat de fraie (gravier) composé de particules de 1 à 5 cm avec peu de particules fines ( $\leq 2$  mm);
- une vitesse de courant de 0,5 à 1 m/s;
- une profondeur d'eau entre 10 et 30 cm;
- une pente de 1,5 à 5 %; l'optimum étant de 3,5 %.

Les ponceaux franchissant ces cours d'eau devaient être construits conformément aux dispositions du RNI.

## 1.2 Sélection des biefs

Dans chaque cours d'eau, de quatre à cinq sites, ou « biefs », ont été sélectionnés pour évaluer la présence des sédiments dans le gravier. Un bief est un tronçon de cours d'eau dans lequel les conditions hydrauliques sont uniformes. De façon à avoir un secteur témoin, le premier bief du cours d'eau était situé en amont du ponceau, à au moins 10 m de celui-ci. Les autres biefs étaient à environ 20 m, 50 m, 100 m et 200 m en aval du ponceau. Ce sont ces biefs qui étaient susceptibles de subir l'impact attribuable au ponceau. Le nombre de biefs et le choix de leur emplacement dans chaque cours d'eau ont varié en fonction de la concordance des critères suivants :

- L'écoulement du cours d'eau et le gravier du lit devaient être propices à la fraie de l'omble de fontaine.
- La vitesse du courant et le gravier du lit devaient être comparables d'un bief à l'autre.
- La composition du lit (gros et répartition des particules) devait permettre l'installation de collecteurs de sédiments.
- Chaque bief devait mesurer au moins 5 m de longueur.
- La portion du cours d'eau se trouvant entre le bief situé en amont et le dernier bief situé en aval ne devait être alimentée par aucun tributaire.

La distance précise entre chaque bief et le ponceau a été mesurée après la construction. Dans le ruisseau Roza, le deuxième bief n'a pas été étudié en raison du lit trop rocheux et de la vitesse d'écoulement trop rapide. Dans les ruisseaux Bernier et Roza, le cinquième bief a été ajouté en 2001.

## 1.3 Caractérisation des cours d'eau

Plusieurs mesures ont été prises dans les biefs de tous les cours d'eau à l'étude avant la construction des ponceaux : largeur et profondeur du cours d'eau, pente du lit, vitesse du courant, etc. La méthode de caractérisation des cours d'eau est présentée dans le rapport de Dubé et autres (2001). Un dénombrement et une évaluation granulométrique des particules prélevées à la surface du lit des cours d'eau ont aussi été effectués avant la construction des ponceaux et par la suite avant chaque prélèvement des collecteurs de sédiments. Cette évaluation a permis de mesurer les changements temporels dans la composition du gravier de surface de chacun des biefs. La méthode de dénombrement des particules est décrite dans l'annexe A (Wolman, 1954). Les résultats du dénombrement dans chaque cours d'eau sont présentés sous la forme de graphiques illustrant la fréquence (%) des particules mesurées par classes de taille (mm) (annexe B).

Le travail de caractérisation des cours d'eau a confirmé que les biefs présentaient des caractéristiques typiques des frayères à omble de fontaine. La surface de leur lit était

majoritairement composée de gravier (de 1 à 5 cm), leur largeur variait de 2 à 10 m et leur pente de 0,5 à 4 % (tableau 2).

Par ailleurs, les données hydrologiques des stations hydrométriques du Centre d'expertise hydrique du Québec, situées à proximité des cours d'eau à l'étude, ont été analysées afin de vérifier si des variations importantes du débit avaient pu influencer l'accumulation des sédiments dans les cours d'eau. Les débits mensuels moyens observés à ces stations entre 2000 et 2005 ont été comparés à ceux observés entre 1980 et 1999 (Lachance et autres, en préparation). À quelques exceptions près (décembre 2001, avril 2002 et août 2003), les débits mesurés durant l'étude se sont avérés plus faibles, ce qui a permis de confirmer que les résultats de l'étude n'étaient pas liés à des augmentations majeures de débit.

**Tableau 2 Caractéristiques générales des biefs des cours d'eau à l'étude**

Caractéristiques	Aubé	Aux Canards	Bernier	Roza	Saunier
Nombre de biefs	4	4	5	4	5
Distance du ponceau (m) :					
- amont	32	33	25	106	37
- aval	28, 58, 100	16, 36, 75	21, 45, 90, 200	65, 111, 200	33, 43, 109, 171
Largeur (m)	2 à 4	6 à 7,8	5 à 10	3,5 à 4	3,8 à 7
Longueur (m)	3 à 6	3 à 6	5	4 à 5	3 à 5,2
Profondeur d'eau (cm) :					
- avant l'installation	10 à 25	15 à 36	7 à 21	18 à 44	18 à 39
- 1 mois après l'installation	8 à 24	8 à 25	5 à 34	15 à 52	20 à 38
Pente (%)	1 à 2	2 à 2,75	0,5 à 1,0	0,5 à 2,0	1,5 à 4,0
Vitesse du courant (m/s)	0,06 à 0,23	0 à 0,44	0 à 0,55	0,09 à 0,67	N. D. <sup>a</sup>

a. N. D. : vitesse non déterminée en raison du courant turbulent et de l'abondance de gros blocs dans le ruisseau.

#### 1.4 Caractérisation des ponceaux et évaluation de leur conformité

La caractérisation des ponceaux a eu lieu peu après leur construction en 2000 et 2001. Ce travail a permis d'obtenir une description détaillée de chaque ponceau incluant le type de matériaux utilisés et les mesures prises pour contrer l'érosion (tableau 3). Plusieurs paramètres liés aux objectifs de protection du milieu aquatique, tels que la stabilisation des talus, la libre circulation de l'eau et le libre passage des poissons, ont aussi été évalués à ce moment. Les méthodes utilisées lors de la caractérisation des ponceaux sont présentées dans le document de Delisle et Dostie (1998). Les informations recueillies lors de la caractérisation ont permis d'évaluer la conformité des ponceaux aux exigences de la réglementation (RNI). Le tableau 4 présente, pour chaque ponceau, les pourcentages de conformité au RNI et d'atteinte des objectifs pour les normes visant à limiter les apports de sédiments dans les cours d'eau.

Les données recueillies à cette étape de l'étude ont permis d'établir que, de façon générale, les ponceaux présentaient des caractéristiques similaires. L'évaluation de leur conformité aux normes du RNI a révélé des taux de 69 à 85 % (tableau 4). L'atteinte des objectifs visés par le RNI est toutefois supérieure avec des taux variant de 85 % (11 objectifs atteints sur 13 normes évaluées) à 92 % (12 objectifs atteints sur 13 normes évaluées).

Il est important de noter que, pour la plupart des ponceaux, il aurait suffi d'effectuer quelques travaux complémentaires pour les rendre tout à fait conformes à la réglementation. Cette situation reflète une réalité qui est souvent constatée lors de la construction des ponceaux.

**Tableau 3 Caractéristiques générales des ponceaux**

Caractéristiques	Aubé	Aux Canards	Bernier	Roza	Saunier
Année de construction	2001	2000	2000	2000	2000
Type de structure	1 tuyau circ.	2 tuyaux circ.	2 tuyaux circ.	2 tuyaux circ.	2 tuyaux circ.
Matériau	acier galvanisé	acier galvanisé	acier galvanisé	acier galvanisé	acier galvanisé
Diamètre (m)	1,8	2,4	2,2	1,85	2,4
Longueur (m)	12,2	15	12	11,4	12
Distance (m) entre les tuyaux (amont-aval)	-	1 - 1	1,3 - 1,4	1,2 - 1,5	1,1 - 0,9
Hauteur du remblai au-dessus du tuyau (m)	0,7	1,3	1,2	1,1	1,0
Enfouissement des tuyaux par rapport à la hauteur (%)	5,5	2,08 à 8,3	0 à 13,6	0 à 2,7	8,3 à 16,67
Obstruction de la surface d'évacuation (%)	5	0	0 - 5	0	0
Lit établi à l'intérieur des tuyaux	oui, 1 m à l'entrée	oui	oui	non	1 sur 2
Pente des tuyaux (%)	- <sup>a</sup>	- 0,13 et 0,47	- 0,08 et 1,33	0,75 et 0,96	1 et - 0,2
Réduction du cours d'eau (%)	40	40	48,8	18,1	26,1
Talus (entre rives) stabilisés avec roches et membrane géotextile	oui	non	oui	oui	oui
N <sup>bre</sup> de talus stabilisés sur 20 m/n <sup>bre</sup> de talus existants	3/4	4/4	1/4	2/4	1/4
Pente des talus adoucie	oui	oui	oui	oui	oui
N <sup>bre</sup> de fossés détournés/n <sup>bre</sup> de fossés total	2/2	0/0	3/3	0/1	1/1
Catégorie de chemin	tertiaire	primaire	tertiaire	tertiaire	tertiaire
Pente du chemin (%) de chaque côté du ponceau	10 - 3	5 - 1	-3,5 - 1	0 - 4	7 - 1,5
Longueur de la pente (m) de chaque côté du ponceau	130 - 20	40 - 35	20 - 30	35 - 70	255 - 124
Dates : début de la construction	31 juillet 2001	28 août 2000	4 juillet 2000	6 juillet 2000	1 sept. 2000
stabilisation des talus	2 août 2001	31 août 2000	17 au 20 juillet 2000	10 et 11 juillet 2000	7 et 8 sept. 2000
caractérisation	10 sept. 2001	16 sept. 2000	1 <sup>er</sup> août 2000	1 <sup>er</sup> août 2000	27 sept. 2000

a. Cette mesure n'a pas été prise pour ce ponceau.

Tableau 4 Conformité des ponceaux aux normes du RNI visant à limiter les apports de sédiments

Art	Norme	Obj. <sup>a</sup>	Aubé		Aux Canards		Bernier		Roza		Saunier	
			Conforme	Objectif atteint	Conforme	Objectif atteint	Conforme	Objectif atteint	Conforme	Objectif atteint	Conforme	Objectif atteint
18	Le tapis végétal et les souches doivent être préservés dans les 20 m du cours d'eau (ligne naturelle des hautes eaux).	1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Le talus du remblai du chemin, entre les rives du cours d'eau et au-dessous de la hauteur d'écoulement du débit de conception, doit être stabilisé, lors de la construction, avec une membrane géotextile recouverte d'un enrochement ou d'un contreventement.	1-4	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	La pente du talus du remblai du chemin (non décrit précédemment) au-dessus du cours d'eau doit être adoucie à au moins 1,5 (H) : 1 (V) et stabilisée au moyen de techniques usuelles, sauf si le talus est stabilisé avec une membrane géotextile et un enrochement.	1-4	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	La pente du talus du remblai du chemin dans les 20 m du cours d'eau doit être adoucie à un rapport d'au moins 1,5 (H) : 1 (V) et être stabilisée au moyen de techniques usuelles, sauf si le talus est stabilisé avec une membrane géotextile et un enrochement.	1	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
19	Lorsque le pied de la pente d'un chemin, situé sur un terrain dont l'inclinaison est supérieure à 9 %, est à moins de 60 m d'un cours d'eau ou d'un lac, l'eau de ruissellement des fossés doit être détournée au moins tous les 65 m vers une zone de végétation.	1	Oui	Oui	S.O. <sup>b</sup>	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
	La pente du talus du remblai du chemin doit être adoucie à au moins 1,5 (H) : 1(V) et stabilisée au moyen de techniques usuelles (telles que celles visées à l'art. 25), sauf si le talus est stabilisé avec une membrane géotextile et un enrochement.	1	Non	Oui	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
26	La réduction maximale du cours d'eau est de 20 % sauf si l'aménagement permet le passage du débit maximal instantané (10 ou 20 ans); la réduction maximale est alors de 50 %.	3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	La surface de roulement du chemin doit être à une hauteur supérieure à celle du débit de conception.	1	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	La dimension (diamètre ou portée libre) minimale est de 45 cm.	3	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
30	La distance entre des ponceaux installés en parallèle doit être d'au moins 1 m.	1-5	S.O.	S.O.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	L'élargissement du cours d'eau est interdit.	6	S.O.	S.O.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
31	La hauteur du remblai au-dessus d'un ponceau de diamètre (portée) ≤ 600 mm doit = diamètre + 4 + 30 cm; pour un ponceau de diamètre (portée) de 700 à 3600 mm, la hauteur doit = diamètre + 4 avec au min. 60 cm; pour un ponceau multiplaque de diamètre > 3600 mm, la hauteur doit être ≥ 1,5 m.	4	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
32	Le lit du cours d'eau doit être stabilisé à l'entrée et à la sortie.	2-4	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
39	La construction d'un ponceau est interdite dans une frayère ou dans les 50 m en amont d'une frayère indiquée au plan annuel d'intervention, sauf si un certificat d'autorisation est délivré par le gouvernement.	7	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
40	Les eaux de fossés doivent être détournées à l'extérieur de l'emprise vers une zone de végétation à au moins 20 m du cours d'eau (ligne naturelle des hautes eaux).	1	Oui	Oui	S.O.	S.O.	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non
<b>Pourcentage de conformité ou d'atteinte des objectifs</b>			<b>69 %</b>	<b>85 %</b>	<b>83 %</b>	<b>92 %</b>	<b>85 %</b>	<b>92 %</b>	<b>77 %</b>	<b>92 %</b>	<b>85 %</b>	<b>85 %</b>

## a. Objectifs :

1. Éviter un apport de sédiments dans le milieu aquatique en provenance du sol découvert ou mis à nu.
2. Éviter l'érosion du lit du cours d'eau.
3. Assurer la durabilité de l'infrastructure mise en place (vs dimensionnement adéquat de l'infrastructure pour ne pas éroder l'infrastructure).
4. Assurer la durabilité de l'infrastructure mise en place.
5. Obtenir l'espace minimal requis pour compacter le sol entre les ponceaux afin d'assurer la durabilité de l'infrastructure.
6. Minimiser les perturbations des rives afin de ne pas augmenter leur potentiel d'érosion.
7. Éviter la destruction du milieu de reproduction des poissons.

## b. S.O. : sans objet

## 1.5 Évaluation de l'érosion des chemins

L'évaluation de l'érosion des chemins près des ponceaux a été réalisée en 2003. Elle avait pour but de déterminer si l'érosion du sol à la surface des chemins et aux abords des cours d'eau était à l'origine des sédiments retrouvés dans les collecteurs. L'évaluation consistait à dénombrer les cas d'érosion observés sur la chaussée, dans les fossés et sur les talus des remblais et des déblais situés près de chaque cours d'eau à l'étude. Pour chaque cas d'érosion rencontré, le parcours de l'eau de ruissellement a été vérifié pour savoir si des sédiments atteignaient le cours d'eau. La méthode d'évaluation est décrite de façon détaillée dans le document de Langevin et autres (2006).

## 1.6 Récolte des sédiments à la profondeur de fraie

La présence des sédiments a été mesurée dans le gravier des cours d'eau au moyen du collecteur breveté Sédibac 45 (U.S. Patent) de Bio Innove inc. (figure 2). Cet instrument 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 du Sédibac 45 est décrite de façon détaillée dans la méthodologie de Bio Innove inc. (2005).

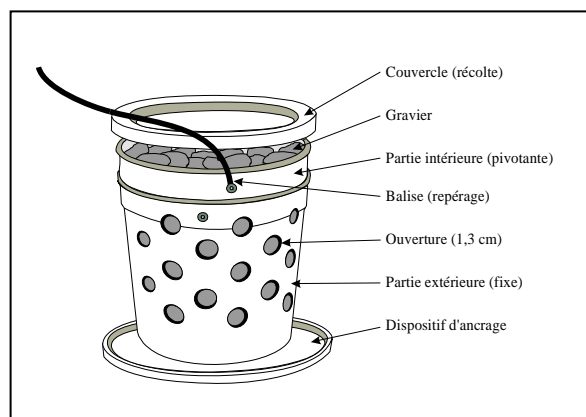


Figure 2 Collecteur de sédiments Sédibac

Pour notre étude, huit collecteurs par bief ont été enfouis dans le lit des cours d'eau à une profondeur de 15 cm. Cette profondeur est similaire à la profondeur de fraie ou d'incubation des œufs de salmonidés.

Les premiers collecteurs ont été installés dans les jours qui ont précédé la construction des ponceaux. Ils ont été retirés environ deux mois après la construction, pour la première récolte de sédiments. Ils ont été rapidement réinstallés dans les cours d'eau en vue des récoltes ultérieures. Celles-ci ont eu lieu à intervalle d'un an jusqu'en 2003 (tableau 5). Dans le cas de la rivière aux Canards et du ruisseau Bernier, l'échantillonnage des sédiments s'est poursuivi en 2004 et 2005. Au cours de l'étude, un total de 784 collecteurs ont été installés dans les cinq cours d'eau.

Durant toute l'étude, les collecteurs ont bien fonctionné et ont permis de minimiser les pertes de particules fines lors de la récolte. Lorsqu'ils étaient retirés du lit des cours d'eau, les collecteurs étaient en bon état; la plupart ont pu être réutilisés lors des échantillonnages suivants. Certains étaient plus difficiles à localiser, surtout lorsqu'ils étaient enfouis sous une épaisse couche de sédiments et de gravier. Toutefois grâce aux jalons (clous munis d'un disque coloré) plantés à proximité, ils ont pu être repérés à l'aide d'un détecteur de métal. Seulement onze collecteurs ont été perdus au cours de l'étude. On croit qu'ils auraient été emportés par le courant en période de crue.



**Tableau 5 Dates de prélèvement des collecteurs installés dans les cours d'eau**

Délais de récolte	Aubé	Aux Canards	Bernier	Roza	Saunier
1 <sup>re</sup> récolte : < 2 mois	2001-09-10	2000-09-20	2000-09-11	2000-09-14	2000-09-25
2 <sup>e</sup> récolte : 1 an	2002-09-03	2001-09-06	2001-09-04	2001-09-05	2001-09-05
3 <sup>e</sup> récolte : 2 ans	2003-08-27	2002-09-09	2002-08-26	2002-08-26	2002-08-27
4 <sup>e</sup> récolte : 3 ans	- <sup>a</sup>	2003-08-28	2003-08-25	2003-08-25	2003-08-26
5 <sup>e</sup> récolte : 4 ans	- <sup>a</sup>	2004-09-20	2004-09-02	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
6 <sup>e</sup> récolte : 5 ans	- <sup>a</sup>	2005-09-08	2005-09-07	- <sup>a</sup>	- <sup>a</sup>
N <sup>bre</sup> de collecteurs prélevés	96	186	221	111	159

a. Il n'y a pas eu de prélèvements de collecteurs dans ce cours d'eau à ce délai de récolte.

## 1.7 Analyses des sédiments

### • Séparation granulométrique

Les 773 échantillons de sédiments prélevés dans les cours d'eau à l'étude ont 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 dimension. 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.

Les tamis utilisés lors de cette analyse 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 du diamètre des sédiments fins qui sont 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; Wesche et autres, 1989). Les résultats de la séparation granulométrique sont présentés, pour chaque classe de taille (mm) des particules, en grammes de sédiments (g) par échantillon (annexe C).

### • Dosage de la matière organique

Le dosage de la matière organique contenue dans les collecteurs a été réalisé afin de déterminer si les sédiments récoltés provenaient des matériaux de construction des ponceaux et des chemins ou si leur origine était naturelle. En effet, les sédiments présents naturellement dans les cours d'eau contiennent une plus grande quantité de matière organique que le sable utilisé lors de l'aménagement des infrastructures routières. La matière organique provient généralement de l'érosion des berges et des débris de branches ou de racines des végétaux rivulaires (Maridet, 1994; Maridet et autres, 1997).

Pour cette étude, la proportion de matière organique présente dans les collecteurs a été évaluée pour l'ensemble des échantillons prélevés dans chaque bief. Pour ce faire, les sédiments fins ( $\leq 5$  mm), provenant des huit collecteurs d'un même bief, étaient d'abord

assemblés et homogénéisés. À partir de ce composite, trois sous-échantillons étaient prélevés, puis analysés. Le dosage de la matière organique a été effectué par la méthode de perte au feu (Carter, 1993). Les résultats du dosage sont exprimés en grammes de matière organique par kilogramme de sédiments (g/kg) pour chacun des 282 sous-échantillons qui ont été analysés (annexe D).

## 1.8 Analyses statistiques des résultats

Les données obtenues lors du dénombrement des particules ont fait l'objet d'une analyse de variance multidimensionnelle (MANOVA) à mesures répétées pour comparer les cours d'eau et les périodes de récolte pour les classes de taille de particules :  $0 \leq 2$  mm,  $2 \leq 2,5$  mm,  $2,5 \leq 4,0$  mm,  $4 \leq 5$  mm et  $> 5$  mm (Lachance et autres, en préparation). La statistique du test était le Lambda de Wilks. Pour permettre *a posteriori* des comparaisons multiples de type LSD, les modèles à une variable pour mesures répétées ont été ajustés à chaque classe de taille en utilisant le procédé mixte du logiciel SAS 8.0 (SAS Institute, 1999).

Le pourcentage moyen de particules fines accumulées par bief a été déterminé à partir des résultats de l'analyse granulométrique. Les pourcentages des particules  $\leq 5$  mm,  $\leq 2$  mm et  $\leq 0,85$  mm ont été comparés par bief et par délai à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs après une transformation angulaire générée par le logiciel SAS 8.0. Les pourcentages de particules fines ( $\leq 5$  mm) ont été comparés au pourcentage reconnu pour avoir un impact négatif sur l'incubation et l'émergence des salmonidés. Les pourcentages ont aussi été soumis à une analyse de régression linéaire, ce qui a permis de modéliser la distance à laquelle il y a accumulation de particules fines en aval des ponceaux et d'estimer à quelle distance les quantités redeviennent similaires à celles mesurées en amont.

Pour déterminer l'origine des sédiments fins mesurés en aval, on a mesuré le pourcentage moyen de matière organique présente dans les collecteurs. Les résultats par bief et par délai ont été comparés au moyen d'une analyse de variance après une transformation angulaire à l'aide de SAS 8.0.

## 2. Résultats et discussion

### 2.1 Composition du gravier à la surface du lit des cours d'eau

Au cours de l'étude, on a pu observer sur place les changements qui sont survenus à la surface du lit des cours d'eau après la construction des ponceaux. Ainsi des dépôts de sédiments et des signes d'érosion du lit ont été observés en plusieurs occasions dans les biefs tant en amont qu'en aval des ponceaux. Certains collecteurs étaient recouverts d'une couche (< 25 cm) de sable, de gravier et, parfois même, de cailloux. D'autres étaient bien visibles et dépassaient de la surface du lit jusqu'à 7 cm.

Le dénombrement des particules a permis de mesurer avec précision les changements temporels dans la composition du gravier de surface de chacun des biefs. Les figures de l'annexe B illustrent l'évolution de la composition granulométrique du gravier de surface des cinq cours d'eau à l'étude entre 2000 et 2003. Dans la rivière aux Canards et le ruisseau Saunier, la portion de sable fin (de 0 à 2 mm) augmente en aval après la construction, puis diminue jusqu'à son niveau le plus bas, trois ans après la construction. Dans les autres cours d'eau (Aubé, Bernier et Roza) cette portion augmente souvent dans les biefs situés en aval immédiatement après la construction, puis diminue et augmente de nouveau par la suite.

Les résultats individuels présentés ci-dessus sont intéressants, mais ne donnent pas un portrait intégré des tendances réelles : seule une analyse statistique permet d'approfondir cet aspect. Ainsi, l'analyse de variance (MANOVA) de l'ensemble des données a démontré un effet significatif du délai de récolte (pré vs postconstruction) sur la grosseur des particules à la surface du lit ( $F = 2,91$ ; d. l. = 16 et 174,78;  $p = 0,0003$ ). Elle a confirmé que la distribution des classes de taille de particules, à la surface du lit avant la construction des ponceaux, est significativement différente de celle observée moins de deux mois ( $F = 3,11$ ; d. l. = 4 et 57;  $p = 0,022$ ), un an ( $F = 3,28$ ; d. l. = 4 et 57;  $p = 0,0172$ ) et deux ans ( $F = 3,69$ ; d. l. = 4 et 57;  $p = 0,0096$ ) après la construction. Par contre, la distribution des classes de taille de particules observée trois ans après la construction des ponceaux n'est pas différente ( $F = 2,22$ ; d. l. = 4 et 57;  $p = 0,0778$ ) de celle mesurée avant la construction.

Ces différences significatives sont le résultat de changements importants pour les classes de taille de particules de 0 à 2 mm et supérieures à 5 mm. Ainsi les particules de 0 à 2 mm (sable ou matériaux plus fins), reconnues pour leur effet néfaste sur la survie des œufs et des alevins de salmonidés, étaient plus abondantes lors des deux premières récoltes après la construction des ponceaux (< 2 mois et 1 an) qu'avant la construction. Les particules de diamètre supérieur à 5 mm étaient significativement moins abondantes lors des trois récoltes qui ont suivi la construction des ponceaux (< 2 mois, 1 an et 2 ans) que lors de la récolte précédant la construction.

Cette modification de la granulométrie à la surface du lit ne peut être attribuée uniquement à la construction des ponceaux, puisque dans plusieurs cas l'augmentation des particules fines dans le temps était plus grande en amont qu'en aval des ponceaux. Les observations faites sur le terrain indiquent toutefois que les particules fines avaient augmenté de façon évidente dans les cours d'eau Bernier et aux Canards lors des deux premières récoltes qui ont suivi la construction des ponceaux (< 2 mois et 1 an) et de façon plus marquée à la première récolte (< 2 mois). Certains biefs présentaient une couche de sable de plus de 5 cm d'épaisseur. Ces deux cours d'eau sont les seuls dont l'accumulation de sédiments à la surface du lit s'est généralement limitée aux biefs situés en aval des ponceaux. Aucune différence entre l'amont et l'aval n'a été observée par la suite, soit après que les cours d'eau aient subi pendant deux à

trois ans les crues printanières et automnales. Selon ces constatations, le matériel fin mesuré à la surface du gravier aurait été évacué des biefs après la première année qui a suivi la construction des ponceaux. L'impact du ponceau sur la granulométrie à la surface du lit se ferait donc sentir relativement à court terme.

Les résultats précédents confirment une partie de la première hypothèse de l'étude, c'est à dire que les sédiments fins s'accumulent sur le lit des cours d'eau pendant une courte période à la suite de la construction des ponceaux. L'autre partie de l'hypothèse, qui suggère que l'accumulation est plus grande en aval des ponceaux qu'en amont, est appuyée par les résultats des rivières Bernier et aux Canards seulement. Les résultats de l'étude indiquent une grande variabilité de la dynamique sédimentaire à la surface du lit des cours d'eau.

## 2.2 Accumulation des sédiments à la profondeur de fraie

L'analyse granulométrique des échantillons de sédiments a permis de mesurer les particules fines ( $\leq 5$  mm) accumulées dans les collecteurs enfouis à la profondeur de fraie ou d'incubation des œufs de salmonidés (15 cm) en amont des ponceaux et jusqu'à 200 m en aval. L'accumulation des sédiments a été mesurée dans les cinq cours d'eau à l'étude jusqu'à trois ans après la construction des ponceaux et, dans les cas de la rivière aux Canards et du ruisseau Bernier, jusqu'à cinq ans après la construction (annexe C). Le patron d'accumulation entre les biefs présente une augmentation importante des particules fines immédiatement en aval du ponceau suivie d'une diminution plus ou moins régulière vers l'aval sans retour aux quantités mesurées en amont (tableau 6).

Afin d'établir un portrait intégré des tendances réelles, les données concernant l'ensemble des cours d'eau échantillonnés jusqu'à trois ans après la construction ont été soumises à une ANOVA. Celle-ci a révélé des patrons d'accumulation semblables pour les trois classes de taille analysées ( $\leq 5$  mm,  $\leq 2$  mm et  $\leq 0,85$  mm). Pour simplifier la présentation, seuls les résultats concernant les particules fines de taille inférieure ou égale à 5 mm sont discutés.

Les résultats de l'analyse de variance ont confirmé l'effet significatif du bief ( $F = 5,70$ ; d. l. = 4 et 13;  $p = 0,0071$ ) sur l'accumulation des sédiments dans les collecteurs. En effet, l'accumulation des particules fines dans tous les biefs en aval des ponceaux s'est révélée significativement supérieure à celle mesurée en amont. Une telle augmentation significative des sédiments en aval des ponceaux a été mentionnée à plusieurs reprises dans la littérature scientifique (Clarke et Scruton, 1997; Clarke et autres, 1998; Wellman et autres, 2000). En Australie, Lane et Sheridan (2002) ont notamment estimé que de deux à trois tonnes de matériel, provenant de la construction d'ouvrages pour traverser les cours d'eau et de l'érosion subséquente des chemins, étaient ajoutées au cours d'eau. Ils ont aussi mesuré, durant les cinq premiers mois, une augmentation des sédiments en aval de l'ordre de 3,5 fois celle notée en amont d'ouvrages nouvellement construits.

Pour ce qui est de l'effet des délais de récolte dans les cours d'eau à l'étude, l'analyse a démontré une différence significative entre les pourcentages de particules fines accumulées dans les collecteurs à chacune des récoltes ( $F = 40,50$ ; d. l. = 3 et 11;  $p < 0,0001$ ). Le patron d'accumulation des particules fines présente un pic un an après la construction, suivi d'une diminution après deux et trois ans. La plus faible accumulation est survenue après le délai d'échantillonnage le plus court, soit moins de deux mois après la construction.

Les résultats ont confirmé la deuxième hypothèse de l'étude. Les quantités de particules fines qui se sont accumulées en profondeur dans le lit des biefs en aval des ponceaux étaient, en

effet, supérieures à celles de l'amont, et ce, même trois ans après la construction, soit plus longtemps que les sédiments mesurés à la surface du lit.

**Tableau 6 Pourcentage moyen des sédiments mesurés dans les collecteurs jusqu'à cinq ans après la construction des ponceaux**

Cours d'eau	Bief	Pourcentages moyens (%) des particules fines $\leq 5$ mm ( $\pm 1$ E. T.)											
		< 2 mois		1 an		2 ans		3 ans		4 ans		5 ans	
Aubé	1	1,27	( $\pm 0,42$ )	8,53	( $\pm 1,35$ )	4,11	( $\pm 1,04$ )	-- <sup>a</sup>	--	--	--	--	--
	2	2,63	( $\pm 2,01$ )	13,19	( $\pm 5,41$ )	11,29	( $\pm 7,72$ )	--	--	--	--	--	--
	3	2,90	( $\pm 3,12$ )	13,50	( $\pm 8,12$ )	6,51	( $\pm 2,21$ )	--	--	--	--	--	--
	4	7,02	( $\pm 5,49$ )	13,23	( $\pm 3,36$ )	10,62	( $\pm 3,04$ )	--	--	--	--	--	--
Aux	1	0,30	( $\pm 0,08$ )	8,44	( $\pm 5,33$ )	6,57	( $\pm 2,95$ )	10,05	( $\pm 3,54$ )	7,47	( $\pm 4,78$ )	14,33	( $\pm 2,69$ )
Canards	2	14,76	( $\pm 4,00$ )	29,94	( $\pm 6,26$ )	18,44	( $\pm 4,53$ )	21,20	( $\pm 4,99$ )	17,44	( $\pm 3,45$ )	22,85	( $\pm 3,47$ )
	3	6,98	( $\pm 3,80$ )	24,72	( $\pm 4,38$ )	16,25	( $\pm 3,12$ )	16,42	( $\pm 2,02$ )	15,23	( $\pm 2,22$ )	22,44	( $\pm 7,55$ )
	4	2,59	( $\pm 1,54$ )	17,09	( $\pm 2,99$ )	10,50	( $\pm 1,65$ )	13,74	( $\pm 3,65$ )	13,58	( $\pm 5,04$ )	17,44	( $\pm 3,27$ )
Bernier	1	0,89	( $\pm 0,14$ )	4,48	( $\pm 1,44$ )	5,58	( $\pm 1,54$ )	2,11	( $\pm 0,81$ )	4,30	( $\pm 2,30$ )	5,26	( $\pm 2,79$ )
	2	17,90	( $\pm 5,36$ )	25,59	( $\pm 3,62$ )	13,05	( $\pm 3,31$ )	2,40	( $\pm 0,51$ )	14,60	( $\pm 6,29$ )	11,27	( $\pm 4,41$ )
	3	5,75	( $\pm 1,42$ )	14,04	( $\pm 5,02$ )	7,93	( $\pm 1,64$ )	2,58	( $\pm 1,07$ )	11,70	( $\pm 3,86$ )	10,94	( $\pm 3,69$ )
	4	3,48	( $\pm 0,56$ )	11,41	( $\pm 2,35$ )	10,85	( $\pm 2,13$ )	2,98	( $\pm 1,58$ )	9,48	( $\pm 2,49$ )	9,68	( $\pm 3,52$ )
	5	--	--	--	--	16,03	( $\pm 3,66$ )	7,11	( $\pm 2,30$ )	13,74	( $\pm 3,20$ )	14,09	( $\pm 2,75$ )
Roza	1	0,35	( $\pm 0,06$ )	14,15	( $\pm 2,91$ )	11,79	( $\pm 4,11$ )	2,96	( $\pm 1,36$ )	--	--	--	--
	3	1,87	( $\pm 0,76$ )	15,37	( $\pm 2,01$ )	13,73	( $\pm 3,17$ )	9,42	( $\pm 3,21$ )	--	--	--	--
	4	1,08	( $\pm 0,28$ )	19,77	( $\pm 7,39$ )	11,61	( $\pm 1,93$ )	4,07	( $\pm 0,86$ )	--	--	--	--
	5	--	--	--	--	16,32	( $\pm 2,35$ )	13,86	( $\pm 2,33$ )	--	--	--	--
Saunier	1	4,74	( $\pm 2,70$ )	10,67	( $\pm 3,22$ )	9,81	( $\pm 4,04$ )	9,29	( $\pm 3,41$ )	--	--	--	--
	2	10,07	( $\pm 3,83$ )	20,65	( $\pm 10,08$ )	19,63	( $\pm 6,11$ )	14,09	( $\pm 4,67$ )	--	--	--	--
	3	11,65	( $\pm 4,22$ )	25,07	( $\pm 9,52$ )	26,61	( $\pm 8,16$ )	16,66	( $\pm 4,21$ )	--	--	--	--
	4	8,67	( $\pm 7,22$ )	30,20	( $\pm 10,35$ )	29,19	( $\pm 3,29$ )	19,45	( $\pm 5,38$ )	--	--	--	--
	5	5,34	( $\pm 4,43$ )	23,10	( $\pm 8,40$ )	21,00	( $\pm 6,31$ )	10,62	( $\pm 2,85$ )	--	--	--	--

a. Pas d'échantillonnage de sédiments dans ce bief à ce délai.

## 2.3 Origine des sédiments

### • Évaluation de l'érosion

L'évaluation des cas d'érosion sur le réseau routier a confirmé que les cours d'eau recevaient de façon récurrente des sédiments provenant des chemins (tableau 7). Les cas d'érosion ont été observés en majorité du côté du chemin où la pente menant au ponceau était la plus élevée (tableau 3). Ils ont entraîné des apports de sédiments dans tous les biefs aval des cinq cours d'eau à l'étude et dans les biefs amont des ruisseaux Bernier et Saunier. On a estimé que les apports générés par les cas d'érosion étaient faibles sauf dans le cas du ruisseau Saunier. En effet, tout au long de l'étude, ce cours d'eau a reçu un apport important de sédiments provenant des fossés d'un chemin construit en parallèle. L'eau de ces fossés arrivait au ruisseau Saunier entre les biefs 3 et 4. Les résultats concernant l'accumulation de sédiments dans les collecteurs montrent d'ailleurs qu'il s'est accumulé plus de particules fines dans les collecteurs du bief 4 que dans ceux de tous les autres biefs, et ce, pour les délais d'un an, deux ans et trois ans après la construction du ponceau du ruisseau Saunier (annexe C).

Les résultats de cette partie de l'étude indiquent que l'érosion du réseau routier contribue à l'apport de sédiments aux cours d'eau. Pour diminuer cet apport, des saines pratiques de voirie forestière peuvent être appliquées lors de l'aménagement des chemins et des ponceaux (MRN, 2001). Ces pratiques, qui sont complémentaires aux dispositions du RNI, visent principalement à aménager le chemin de façon à mieux contrôler le ruissellement sur la chaussée et dans les fossés afin que l'eau ne puisse atteindre les cours d'eau. Leur efficacité a été vérifiée au cours d'une étude réalisée dans des secteurs forestiers aménagés conformément au RNI. Cette étude a révélé que, dans les cas où des saines pratiques avaient été ajoutées aux dispositions réglementaires lors de la construction du réseau routier, on avait évité certains problèmes d'érosion à proximité des cours d'eau (Delisle et autres, 2004).

**Tableau 7 Cas d'érosion qui ont causé des apports de sédiments dans les cours d'eau**

Localisation par rapport au ponceau	Aubé <sup>a</sup>		Aux Canards		Bernier <sup>a</sup>		Roza		Saunier <sup>a</sup>	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Entre les rives :										
- sur le talus du ponceau		2		1		2		1		2
À moins de 20 m :										
- sur la chaussée		2								
- sur le talus de déblai ou remblai										
Entre 20 m et 60 m :										
- dans le fossé						1				1
- sur la chaussée		1								
- sur le talus de déblai ou remblai				1		1				
À plus de 60 m :										
- dans le fossé						2			1	1
- sur la chaussée					1	2			3	
- sur le talus de déblai ou remblai					1	5			2	1
Sur le parterre de coupe										
									1	1
Total des cas observés		5		2	2	13		1	7	6

a. Certains bassins et fossés ont pu entraîner des apports de sédiments dans le cours d'eau.

### • Dosage de la matière organique

La provenance des particules fines échantillonnées dans les cours d'eau a été vérifiée en analysant les résultats du dosage de la matière organique présente dans les échantillons de sédiments (annexe D). Ces résultats ont ainsi été soumis à une ANOVA à deux facteurs qui a démontré un effet significatif du bief ( $F = 4,80$ ; d. l. = 4 et 13;  $p = 0,0135$ ) sur la teneur en matière organique des sédiments. Le patron d'accumulation de la matière organique dans les collecteurs est à l'inverse de celui observé pour les sédiments. En effet, le contenu en matière organique des collecteurs est toujours significativement moins élevé en aval des ponceaux qu'en amont. De plus, le patron d'accumulation entre les biefs révèle une diminution importante de la matière organique immédiatement en aval du ponceau (bief 2) suivie d'une légère augmentation pour les biefs plus en aval, sans retour aux quantités mesurées en amont. Le fait que les particules fines accumulées en aval contiennent moins de matière organique indique que les sédiments ne proviennent pas de l'érosion naturelle des berges ou des apports de débris végétaux dans les cours d'eau. Ils proviendraient plutôt du sable utilisé pour la

construction des ponceaux et de l'érosion de la surface des chemins. Cet effet de la construction des chemins sur l'introduction de sédiments inorganiques dans les cours d'eau a aussi été noté par Kreuzweiser et Capell (2001). Dans le cas de la présente étude, plusieurs observations faites au moment de la construction indiquent que la présence de sable dans les cours d'eau est attribuable à certaines pratiques non recommandées, comme celle de laisser du matériel de remblayage sur les rives des cours d'eau pendant plusieurs jours avant le début de la construction du ponceau ou, encore, de retarder la stabilisation des talus (Dubé et autres, 2001). De plus, l'aménagement des ponceaux en eaux vives et non à sec a également pu contribuer aux apports de sédiments en aval.

Par ailleurs, l'analyse a démontré une différence significative entre les pourcentages de matière organique mesurés dans les collecteurs à chacun des délais de récolte ( $F = 12,00$ ; d. l. = 3 et 11;  $p = 0,0009$ ). Le patron d'accumulation présente des quantités de sédiments significativement plus élevées lors de la première récolte, effectuée moins de deux mois après la construction des ponceaux, que lors des autres récoltes. De plus, l'accumulation de matière organique après un an et deux ans est significativement moins élevée qu'après trois ans.

Les patrons d'accumulation de la matière organique, par biefs et par délais de récolte, concordent un peu moins entre eux que ceux obtenus pour les sédiments dans les collecteurs. Toutefois, les résultats démontrent clairement que les sédiments introduits dans les cours d'eau proviennent principalement des matériaux de remblayage utilisés lors de la construction des ponceaux et de l'érosion subséquente des fossés, des remblais et de la surface de roulement menant aux ponceaux.

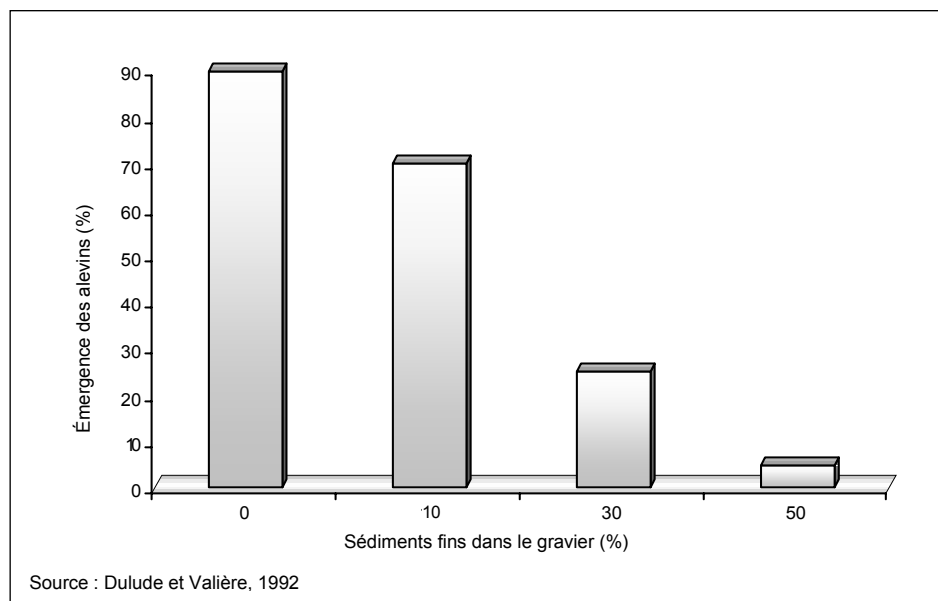
## 2.4 Impact des sédiments

### • Reproduction

Dans les cas de la rivière aux Canards et du ruisseau Bernier, les résultats indiquent que la couche (de 0,5 à 15 cm) de sédiments observée à la surface du lit en aval des ponceaux, dans les douze premiers mois suivant leur construction, est attribuable à l'aménagement de ces ponceaux. Cette présence de sédiments à court terme pourrait avoir un impact sur l'émergence des alevins de l'omble de fontaine. À ce sujet, Crisp (1993) a déterminé que le saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) pouvaient émerger à travers une couche de sable grossier (de 1 à 4 mm) ne dépassant pas 8 cm. Il est donc possible que les alevins d'omble de fontaine - qui ont une plus petite taille - puissent être entravés lors de leur émergence par une telle épaisseur de sable à la surface du lit.

Par ailleurs, les résultats obtenus pour chacun des cours d'eau ont révélé que les sédiments fins accumulés dans les collecteurs à la profondeur de fraie étaient généralement deux à cinq fois plus élevés en aval des ponceaux qu'en amont, et ce, tout au long des cinq années d'échantillonnage. Les pourcentages moyens des particules fines mesurées dans le gravier des collecteurs en amont ont varié de 0,3 à 14 % tandis que ceux obtenus en aval ont varié de 1 à 30 % (tableau 6). Pour évaluer l'effet de ces sédiments sur la qualité du substrat de fraie de l'omble de fontaine, on a comparé les pourcentages moyens des particules fines accumulées dans les collecteurs à ceux reconnus pour avoir un impact négatif sur l'incubation des oeufs et l'émergence des alevins. Comme l'indiquent plusieurs études, le taux d'émergence des alevins diminue considérablement lorsque le gravier renferme de 10 à 20 % de sédiments fins (Hausle et Coble, 1976; Peterson et Metcalfe, 1981; Witzel et MacCrimmon, 1983; Raleigh et Nelson, 1985; Argent et Flebbe, 1999). Lorsque ce taux dépasse 20 %, la situation s'aggrave et, s'il atteint 50 %, il n'y a plus aucun interstice dans le gravier. Par conséquent, le pourcentage

d'alevins émergeant du gravier sera presque nul, ce qui entraînera une baisse importante du nombre de reproducteurs au cours des années suivantes (figure 3). Alexander et Hansen (1983) ont noté que même les petites quantités de sable qui se déplacent en charge de fond peuvent avoir des impacts majeurs sur les populations d'ombles de fontaine. Ils ont également constaté que le fait d'enlever du sable, de façon à obtenir dans le gravier des quantités inférieures à 10 %, peut faire augmenter significativement les populations au cours des années ultérieures. Dans le cas de la présente étude, la majorité des collecteurs situés en amont (secteur témoin) contenaient des pourcentages de particules fines inférieurs à 10 % (tableau 6). Toutefois, les pourcentages mesurés en aval étaient généralement supérieurs à 10 % et souvent même supérieurs à 20 %. Trois ans après la construction des ponceaux, les pourcentages de particules fines retrouvées dans la plupart des collecteurs situés en aval variaient encore entre 10 et 20 %. Alexander et Hansen (1986) ont constaté que des augmentations de sable de quatre à cinq fois la charge de fond initiale – similaires à celles mesurées dans plusieurs collecteurs de l'étude – peuvent conduire à une réduction significative (> 50 %) du nombre d'ombles de fontaine. Les résultats indiquent donc que les quantités de sédiments mesurées à la profondeur d'incubation dans les cinq cours d'eau à l'étude risquent de diminuer la qualité des habitats se trouvant en aval des ponceaux et ainsi de nuire au succès de reproduction de l'omble de fontaine à court et à moyen terme.



**Figure 3 Taux d'émergence des alevins par rapport à la sédimentation**

- **Alimentation**

Les résultats de l'étude montrent une diminution de la matière organique dans les sédiments en aval des ponceaux au profit de la matière minérale. Ce changement implique que la matière organique particulaire fine, qui constitue une source de nourriture pour nombre d'organismes, serait remplacée par du sable stérile. La matière organique particulaire fine contient des morceaux de plantes terrestres, du périphyton, des bactéries et de petits invertébrés. Elle est une nourriture de qualité pour les organismes filtreurs et ramasseurs, lesquels constituent la source la plus courante et importante de nourriture pour les juvéniles de poissons (Cummins et Wilzbach, 2005). La diminution de nourriture associée à la baisse de matière organique dans



les sédiments peut donc résulter en une réduction de la qualité de l'habitat des poissons en aval des ponceaux.

Par ailleurs, même si l'impact des ponceaux sur les petits ruisseaux situés à la tête des bassins-versants n'était pas le sujet de cette étude, il est nécessaire de souligner l'importance de protéger ces cours d'eau, y compris ceux sans frayère, en raison de leur rôle déterminant dans la dynamique des écosystèmes situés en aval. Ce rôle des petits cours d'eau situés en amont des bassins-versants a été vérifié par Wipfli et Gregovich (2002). Les résultats de cette étude ont révélé que la majorité des invertébrés aquatiques provenant d'une cinquantaine de cours d'eau forestiers situés à la tête des bassins-versants constituait un apport d'énergie suffisant, dans les habitats de poissons situés en aval, pour supporter 2 000 jeunes salmonidés de l'année par kilomètre de cours d'eau. D'autres auteurs ont aussi examiné l'importance de ces petits cours d'eau dans les bassins-versants et ont conclu qu'ils profitaient à tous les habitats de poissons en aval (Cummins et Wilzbach, 2005). Puisque les invertébrés qui proviennent, entre autres, des cours d'eau de tête constituent une source de nourriture importante pour les salmonidés juvéniles, les zones de protection le long de ces petits cours d'eau ainsi que les mesures visant à y minimiser la sédimentation devraient être appliquées rigoureusement au moment de réaliser les activités d'aménagement forestier (construction de ponts et ponceaux, récolte, etc.).

- **Turbidité**

Les quantités de sédiments mesurées dans les collecteurs sont le résultat de douze mois d'échantillonnage au cours desquels se sont succédés des épisodes de grande turbidité et de sédimentation. Même si cette étude ne visait pas particulièrement à déterminer l'impact de la turbidité, les observations faites dans certains cours d'eau lors de jours pluvieux sont plutôt révélatrices. En effet, en plusieurs occasions – lors des précipitations normales – les collecteurs situés en aval des ponceaux n'ont pu être retirés ou installés dans les cours d'eau parce que la turbidité était telle qu'il était impossible de distinguer quoi que ce soit à plus de 30 cm de profondeur. L'eau était alors opaque et brunâtre en raison de la présence de sable en suspension causée par l'érosion du chemin et de sable déposé dans les cours d'eau à la suite de l'aménagement des ponceaux. Ces observations et l'augmentation des sédiments dans les collecteurs indiquent clairement que la turbidité était plus importante en aval des ponceaux durant les périodes de précipitations. Chez le poisson, l'augmentation de la turbidité peut entraîner divers effets létaux, sublétaux et de nature comportementale. L'ensablement des sites de fraie causé par les apports de sédiments dans les cours d'eau ne constitue donc qu'une des conséquences néfastes pour les poissons. D'autres effets ont été documentés, comme la réduction du taux de croissance, la diminution du homing (retour au site natal) chez certaines espèces, les stress physiologiques et les changements histologiques (Newcombe et MacDonald, 1991).

## 2.5 Distance de retour aux quantités mesurées en amont

Comme l'a démontré cette étude, les sédiments fins se sont accumulés à la profondeur de fraie de façon plus importante en aval des ponceaux qu'en amont. Les résultats présentent néanmoins une grande variabilité. Dans certains cours d'eau, les quantités de particules fines en aval diminuent en fonction de la distance grandissante par rapport au ponceau tandis que, dans d'autres, elles augmentent. En raison de ces fluctuations, il a été impossible d'établir un modèle de régression général – intégrant tous les délais de récolte et tous les biefs des cours d'eau – pour estimer la distance à laquelle les quantités de sédiments retrouvées en aval redeviennent similaires à celles mesurées en amont (bief témoin).

Dans le but de faire une approximation des distances minimales à protéger dans le ruisseau Bernier et la rivière aux Canards où les quantités de particules fines en aval diminuaient en fonction de la distance grandissante par rapport au ponceau, les données ont été soumises à des analyses de régression simple (tableau 8). Cette estimation de la distance est importante si l'on désire appliquer une zone de protection efficace entre les ponceaux et les frayères visées par le RNI et identifiées dans les plans annuels d'intervention forestière (PAIF). Pour le ruisseau Bernier, le modèle de régression a estimé cette distance à 255 m et à 398 m respectivement pour les deux premiers délais de récolte (< 2 mois et 1 an). Pour les deux années suivantes, aucune distance n'a pu être déterminée en raison des fluctuations mentionnées précédemment. Pour la rivière aux Canards, le modèle a permis d'estimer les distances de retour aux quantités mesurées en amont jusqu'à trois ans après la construction du ponceau (tableau 8). Les distances estimées par le modèle varient de 358 m (après 3 ans) à 1 442 m (après 1 an). Dans la rivière aux Canards, on a dû procéder à l'enlèvement d'un pont de bois avant de construire le ponceau. Ces travaux ont certainement contribué à augmenter l'apport de sédiments dans le cours d'eau et, par conséquent, la distance de retour aux quantités mesurées en amont pour les deux premiers délais de récolte (< 2 mois et 1 an). Par la suite, les distances se rapprochent de celles estimées pour les deux premiers délais de récolte dans le ruisseau Bernier (< 2 mois et un an).

**Tableau 8 Modèles de régression linéaire entre la quantité de sédiments fins et la distance par rapport aux ponceaux**

Cours d'eau	Délai	Modèle <sup>a</sup>	Analyse statistique <sup>b</sup>				Distance estimée (m) <sup>c</sup>
			R <sup>2</sup>	F	p	d. l.	
Bernier	< 2 mois	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = 1,3834 - 1,0634 \ln \text{DIST}$	0,8584	133,31	0,0001	23	255
	1 an	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = 0,2497 - 0,5579 \ln \text{DIST}$	0,5754	28,46	0,0001	22	398
Aux Canards	< 2 mois	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = -1,3599 - 1,1908 \ln \text{DIST}$	0,7046	52,48	0,0001	23	1067
	1 an	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = 0,2497 - 0,5579 \ln \text{DIST}$	0,5471	25,37	0,0001	22	1442
	2 ans	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = 0,2497 - 0,5579 \ln \text{DIST}$	0,5176	23,60	0,0001	23	460
	3 ans	$\ln \text{SÉD} \leq 5 = 0,2497 - 0,5579 \ln \text{DIST}$	0,4218	16,05	0,0006	23	358

a.  $\text{SÉD} \leq 5$  = sédiments fins de taille inférieure ou égale à 5 mm et DIST = distance par rapport aux ponceaux.

b. R<sup>2</sup> = coefficient de détermination; F = test de Fisher; p = probabilité; d. l. = degré de liberté.

c. Distance à laquelle les quantités de sédiments mesurées en aval des ponceaux redeviennent similaires à celles mesurées en amont.

### • Distance de protection

Puisqu'il est impossible d'établir un modèle général de régression (incluant tous les cours d'eau), il est difficile de déterminer de façon précise une distance permettant de protéger les sites de reproduction de l'omble de fontaine. Toutefois, pour la rivière aux Canards et le ruisseau Bernier, les distances estimées grâce à l'analyse de régression, soit de 255 m à près de 1 500 m, pourraient être considérées comme des distances de protection adéquates pour les frayères identifiées dans les PAIF. Ailleurs au Canada, l'Alberta et le Manitoba ont adopté des lignes directrices prévoyant une distance de 500 m pour protéger les frayères importantes et une procédure d'évaluation qui permet de proposer d'autres mesures de protection selon le cas (Alberta Environment, 2000; Fisheries and Oceans Canada et Manitoba Natural Resources, 1996). En Alberta, par exemple, une équipe d'experts (biologiste, ingénieur en construction, hydrologue, etc.) évalue la situation en fonction des conditions particulières de chaque site :

débit, pente et substrat du cours d'eau, type de ponceau, etc. Si le site comporte une frayère très importante et essentielle à la survie des poissons, l'équipe peut même recommander d'interdire la construction de tout ouvrage pour traverser le cours d'eau ou encore d'appliquer une distance de protection de 500 m. Pour les autres frayères, si la situation permet la construction d'un ouvrage, on recommandera une distance de protection inférieure à 500 m à condition que l'on applique des mesures supplémentaires qui devront figurer dans les plans d'aménagement remis aux autorités. Celles-ci veillent à ce que les mesures soient appliquées au moment des travaux. Ces mesures peuvent inclure, par exemple, l'obligation d'exécuter les travaux en dehors de certaines périodes de l'année ou de construire un pont ou lieu d'un ponceau. Selon leur analyse de la situation, l'équipe d'experts peut également recommander des mesures pour protéger des cours d'eau sans frayère qui sont importants pour les besoins vitaux des poissons (Cleary, 2006 : comm. personnelle; Evans, 2006 : comm. personnelle).

Parmi les diverses mesures envisagées pour protéger les frayères, la plus efficace demeure la protection intégrale de ces sites et de l'habitat du poisson en général. La meilleure façon d'y parvenir est de planifier le réseau routier en évitant de croiser les cours d'eau. Toutefois, s'il est nécessaire de franchir des cours d'eau, on doit éviter de construire les ponceaux dans le bas des pentes longues et prononcées. Une étude réalisée au Québec a démontré qu'on pouvait réduire le nombre de ponceaux de 25 % en planifiant mieux les chemins (Partington, 2003). Même si une telle planification a pour conséquence de rallonger le tracé du chemin, elle diminue les coûts de construction et d'entretien à long terme en raison de la réduction du nombre de ponceaux à construire et des pentes plus faibles à franchir. À cela s'ajoute une protection accrue de tout le milieu aquatique.



## Conclusion et recommandations

Cette étude a permis de mesurer les effets de la construction de cinq ponceaux aménagés en 2000 et 2001 sur la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine. Les résultats de l'accumulation des sédiments dans les cours d'eau, en amont et en aval des ponceaux, ont confirmé une partie de la première hypothèse émise en début d'étude. Ainsi on a obtenu une accumulation significative de sédiments fins sur le lit des cinq cours d'eau pendant une courte période (un an) après la construction. L'autre partie de l'hypothèse qui supposait que l'accumulation des sédiments fins sur le lit des cours d'eau est plus grande en aval qu'en amont des ponceaux n'a été démontrée que pour la rivière aux Canards et le ruisseau Bernier. Les résultats ont aussi permis de confirmer la seconde hypothèse de l'étude. En effet, l'accumulation des sédiments fins à la profondeur de fraie, en aval des cinq ponceaux, était toujours supérieure à celle mesurée en amont. Cette accumulation a été mesurée à des distances supérieures à 50 m, soit jusqu'à 200 m en aval des ponceaux. De plus, elle a persisté plus longtemps que celle mesurée à la surface du lit des cours d'eau : au moins trois ans après la construction des ponceaux des cinq cours d'eau à l'étude et, dans les cas de la rivière aux Canards et du ruisseau Bernier, au moins cinq ans après la construction. Ces résultats indiquent que les sédiments, qui s'accumulent dans le lit des cours d'eau à la profondeur d'incubation des œufs de salmonidés, demeureront plus longtemps dans le gravier ou se déplaceront plus lentement que ceux qui se trouvent à la surface du lit.

L'étude a également démontré que les sédiments fins recueillis par les collecteurs en aval des ponceaux provenaient principalement du sable utilisé pour la construction des ponceaux et des chemins. Les quantités de sédiments mesurées après la construction et la baisse de matière organique dans les sédiments au profit de la matière minérale ont pu altérer l'habitat des poissons dans les cours d'eau à l'étude. De tels changements ont pour effet de diminuer la qualité des sites de fraie, nuire à la reproduction de l'omble de fontaine à court et à moyen terme et entraîner une diminution de la nourriture des poissons.

À la lumière des résultats de l'étude et de ceux des autres recherches citées dans ce document, on peut présumer que l'effet de l'aménagement des ponceaux en milieu forestier, auquel s'additionne la très grande aire de répartition de l'omble de fontaine, résulte chaque année en un apport important de sédiments fins dans une multitude d'habitats de qualité fréquentés par cette espèce au Québec.

En raison de l'importance des quantités mesurées jusqu'à 200 m en aval des ponceaux, la distance de protection entre les frayères identifiées dans les PAIF et les ponceaux devrait être supérieure aux 50 m actuellement prévus par le RNI. Les modèles statistiques de la rivière aux Canards et du ruisseau Bernier ont permis d'estimer les distances auxquelles les quantités de sédiments mesurées en aval redeviennent similaires à celles de l'amont. Ces distances étaient de cinq à trente fois supérieures à la distance de protection du RNI. En se basant sur les résultats de la présente étude et sur l'approche de l'Alberta et du Manitoba en matière de protection de l'habitat du poisson, les auteurs recommandent qu'une équipe d'experts statue sur la protection à accorder à chacune des frayères identifiées dans les PAIF. Selon le cas, les mesures à appliquer pourraient être une distance de protection de 500 m entre la frayère et le pont ou le ponceau, ou encore une distance inférieure à 500 m accompagnée de mesures supplémentaires (aménagement d'un pont ou d'une arche, travail à sec, etc.). Cette façon de faire permettrait de prévenir les impacts les plus importants qui se produisent à court terme. Elle permettrait aussi de protéger les autres salmonidés ou espèces qui utilisent le gravier pour frayer ou comme habitat (salamandres, organismes benthiques, etc.). De plus, cette protection

permettrait de préserver les investissements réalisés dans de nombreuses frayères pour augmenter la productivité d'espèces recherchées par les amateurs de pêche. Idéalement, la localisation de chacune des frayères répertoriées par les directions régionales de la faune du MRNF devrait être transmise le plus tôt possible aux industriels forestiers afin qu'ils puissent en tenir compte lors de la planification de leur réseau routier. L'inventaire exhaustif des frayères à protéger est néanmoins pratiquement impossible en raison de la très grande superficie du territoire forestier québécois. Par conséquent, il faudra envisager d'autres mesures pour restreindre l'introduction de sédiments dans les cours d'eau de façon à protéger l'habitat des poissons.

En 2005, à la suite de consultations publiques, le MRNF a fixé des objectifs de protection ou de mise en valeur (OPMV) des ressources du milieu forestier pour chaque unité d'aménagement forestier (MRNFP, 2005). Ces objectifs constituent de nouvelles obligations contractuelles et légales; elles sont complémentaires à la réglementation. L'un de ces OPMV vise à protéger l'habitat aquatique en évitant l'apport de sédiments. Pour l'atteindre, les industriels forestiers devront s'assurer que leurs interventions sont conformes au RNI et adopter des saines pratiques de construction et d'entretien des chemins et des ponceaux. De telles pratiques sont déjà en application dans plusieurs régions du Québec. Elles visent à planifier le réseau routier de façon à ce qu'il traverse moins de cours d'eau et que les ponceaux ne soient pas construits dans le bas des pentes longues et prononcées. Elles visent également à aménager le chemin de façon à mieux contrôler le ruissellement sur la chaussée et dans les fossés afin que l'eau ne puisse atteindre les cours d'eau. Si nécessaire, les industriels devront faire preuve d'initiative et proposer de nouvelles méthodes permettant de préserver les habitats aquatiques.

Les résultats et les recommandations de cette étude serviront au processus d'évolution du RNI vers un règlement sur l'aménagement durable des forêts. Les auteurs recommandent que les autorités en place statuent sur une augmentation des mesures de protection des frayères visées par le RNI. D'autres mesures (ex. : saines pratiques) devraient aussi être mises en place pour minimiser la sédimentation à l'échelle du bassin-versant. Du même coup, les petits cours d'eau de tête et les frayères non indiquées dans les PAIF pourraient être protégés des effets de l'aménagement du réseau routier.

## Annexe A Méthode de dénombrement des particules

Le dénombrement des particules permet d'évaluer la distribution de la dimension des particules présentes à la surface du lit d'un cours d'eau. La méthode consiste à prélever systématiquement 100 particules par bief et d'en estimer la taille à l'aide d'un gabarit (gravelomètre) spécialement conçu à cette fin (Bunte et Abt, 2001; Prévost et autres, 2002; Wolman, 1954). La personne qui fait le dénombrement circule dans le cours d'eau de l'amont vers l'aval tout en évitant de perturber le lit aux endroits où les sédiments sont prélevés à l'aide des collecteurs. Les particules sont récoltées à partir de cinq lignes perpendiculaires aux berges comprenant dix points de prélèvement (figure 5). À chaque point, une particule est prélevée de chaque côté, à 25 cm du point. Une fois mesurée, la particule est remise à l'endroit où elle a été prélevée. La distance entre les points de prélèvement peut varier en fonction de la largeur du cours d'eau. De même, la distance entre les lignes peut varier en fonction de la longueur du bief. Les données du dénombrement sont notées sur un formulaire comme celui présenté à la figure 6.

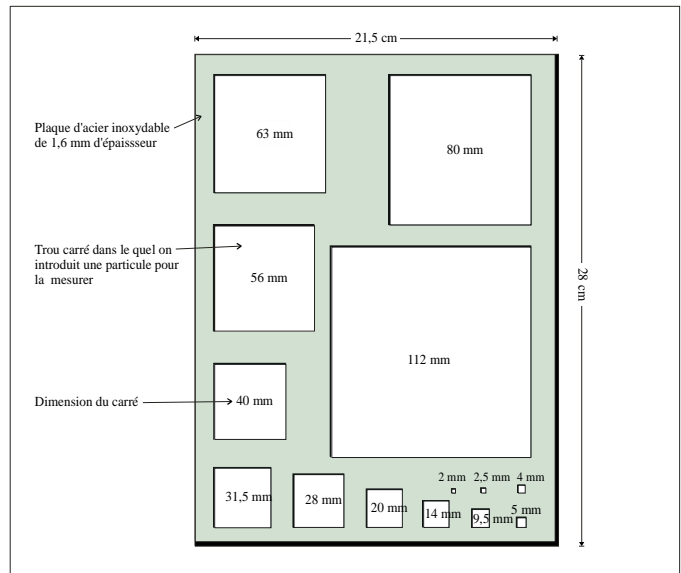


Figure 4 Gabarit utilisé pour mesurer les particules

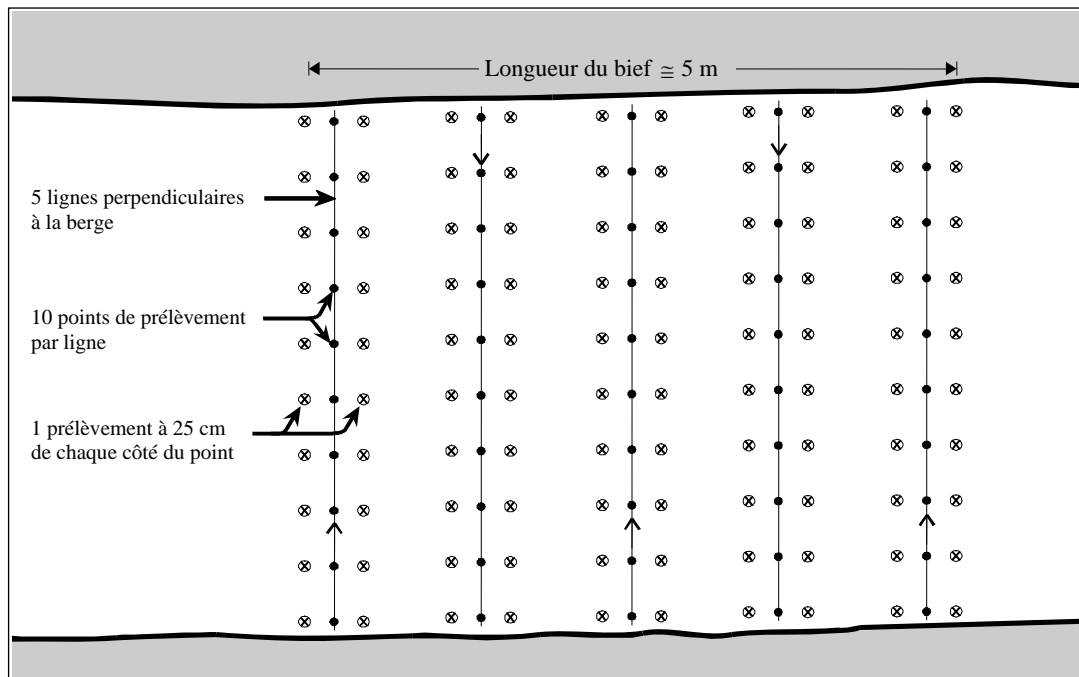


Figure 5 Patron de prélèvement des particules pour le dénombrement

### DÉNOMBREMENT DES PARTICULES

NOM : \_\_\_\_\_

DATE : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RUISSEAU : \_\_\_\_\_

Bief 1		Bief 2		Bief 3		Bief 4		Bief 5	
Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre	Diamètre
1	51	1	51	1	51	1	51	1	51
2	52	2	52	2	52	2	52	2	52
3	53	3	53	3	53	3	53	3	53
4	54	4	54	4	54	4	54	4	54
5	55	5	55	5	55	5	55	5	55
6	56	6	56	6	56	6	56	6	56
7	57	7	57	7	57	7	57	7	57
8	58	8	58	8	58	8	58	8	58
9	59	9	59	9	59	9	59	9	59
10	60	10	60	10	60	10	60	10	60
11	61	11	61	11	61	11	61	11	61
12	62	12	62	12	62	12	62	12	62
13	63	13	63	13	63	13	63	13	63
14	64	14	64	14	64	14	64	14	64
15	65	15	65	15	65	15	65	15	65
16	66	16	66	16	66	16	66	16	66
17	67	17	67	17	67	17	67	17	67
18	68	18	68	18	68	18	68	18	68
19	69	19	69	19	69	19	69	19	69
20	70	20	70	20	70	20	70	20	70
21	71	21	71	21	71	21	71	21	71
22	72	22	72	22	72	22	72	22	72
23	73	23	73	23	73	23	73	23	73
24	74	24	74	24	74	24	74	24	74
25	75	25	75	25	75	25	75	25	75
26	76	26	76	26	76	26	76	26	76
27	77	27	77	27	77	27	77	27	77
28	78	28	78	28	78	28	78	28	78
29	79	29	79	29	79	29	79	29	79
30	80	30	80	30	80	30	80	30	80
31	81	31	81	31	81	31	81	31	81
32	82	32	82	32	82	32	82	32	82
33	83	33	83	33	83	33	83	33	83
34	84	34	84	34	84	34	84	34	84
35	85	35	85	35	85	35	85	35	85
36	86	36	86	36	86	36	86	36	86
37	87	37	87	37	87	37	87	37	87
38	88	38	88	38	88	38	88	38	88
39	89	39	89	39	89	39	89	39	89
40	90	40	90	40	90	40	90	40	90
41	91	41	91	41	91	41	91	41	91
42	92	42	92	42	92	42	92	42	92
43	93	43	93	43	93	43	93	43	93
44	94	44	94	44	94	44	94	44	94
45	95	45	95	45	95	45	95	45	95
46	96	46	96	46	96	46	96	46	96
47	97	47	97	47	97	47	97	47	97
48	98	48	98	48	98	48	98	48	98
49	99	49	99	49	99	49	99	49	99
50	100	50	100	50	100	50	100	50	100

Figure 6 Formulaire utilisé pour noter la taille des particules



## Annexe B Composition granulométrique du gravier de surface

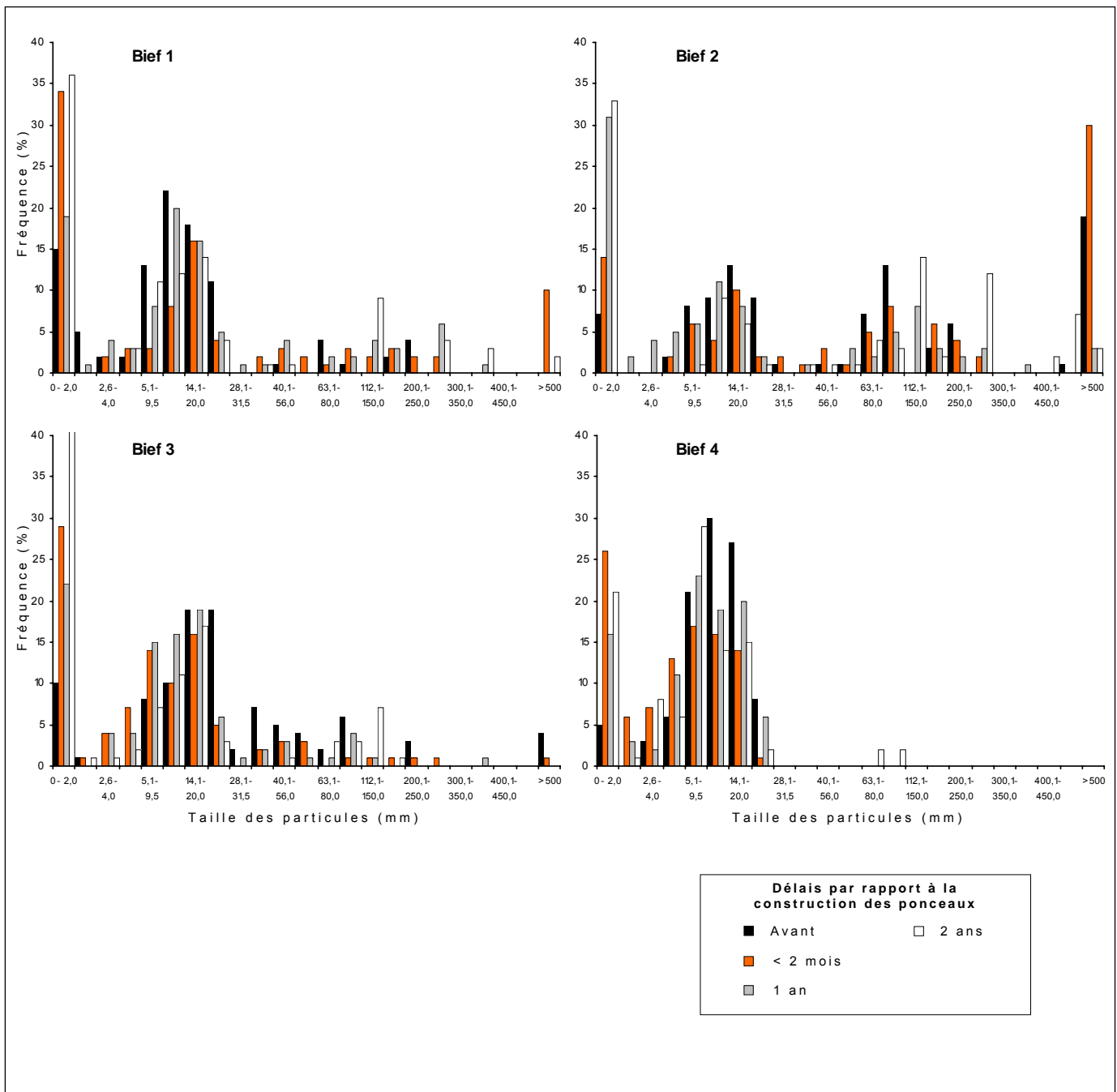


Figure 7 Ruisseau Aubé : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm)

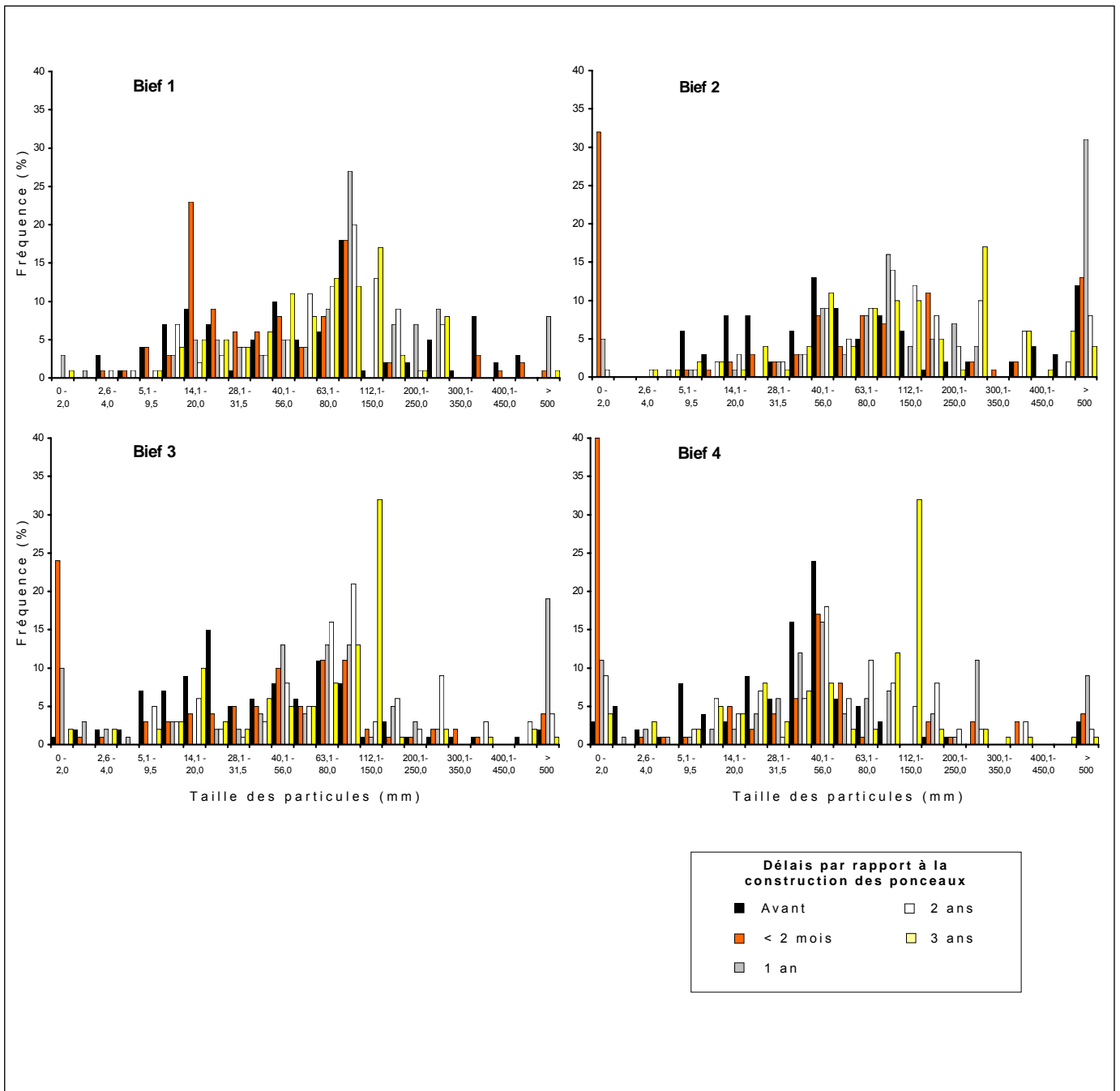


Figure 8 Rivière aux Canards : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm)

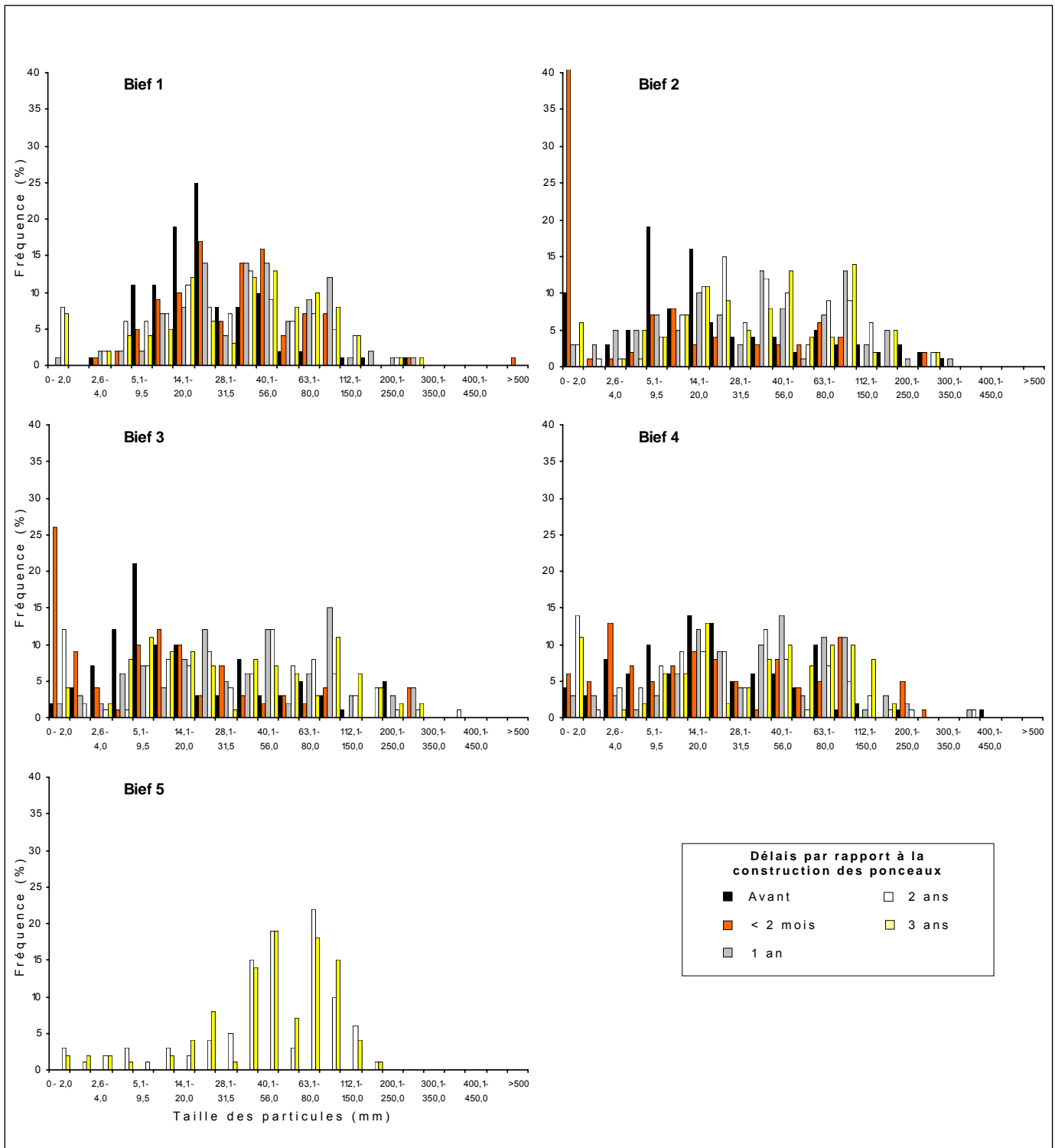


Figure 9 Ruisseau Bernier : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm)

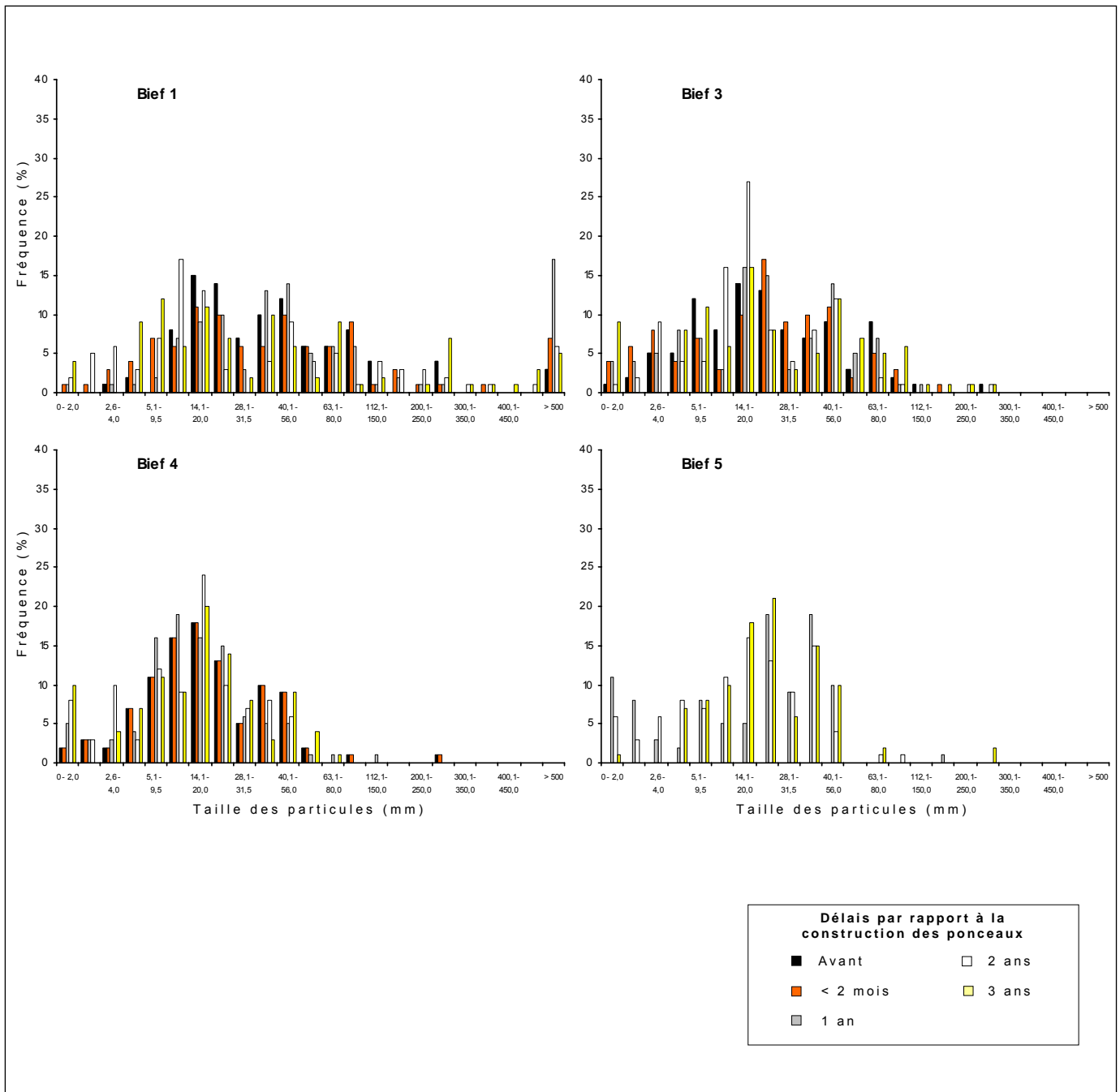


Figure 10 Ruisseau Roza : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm)

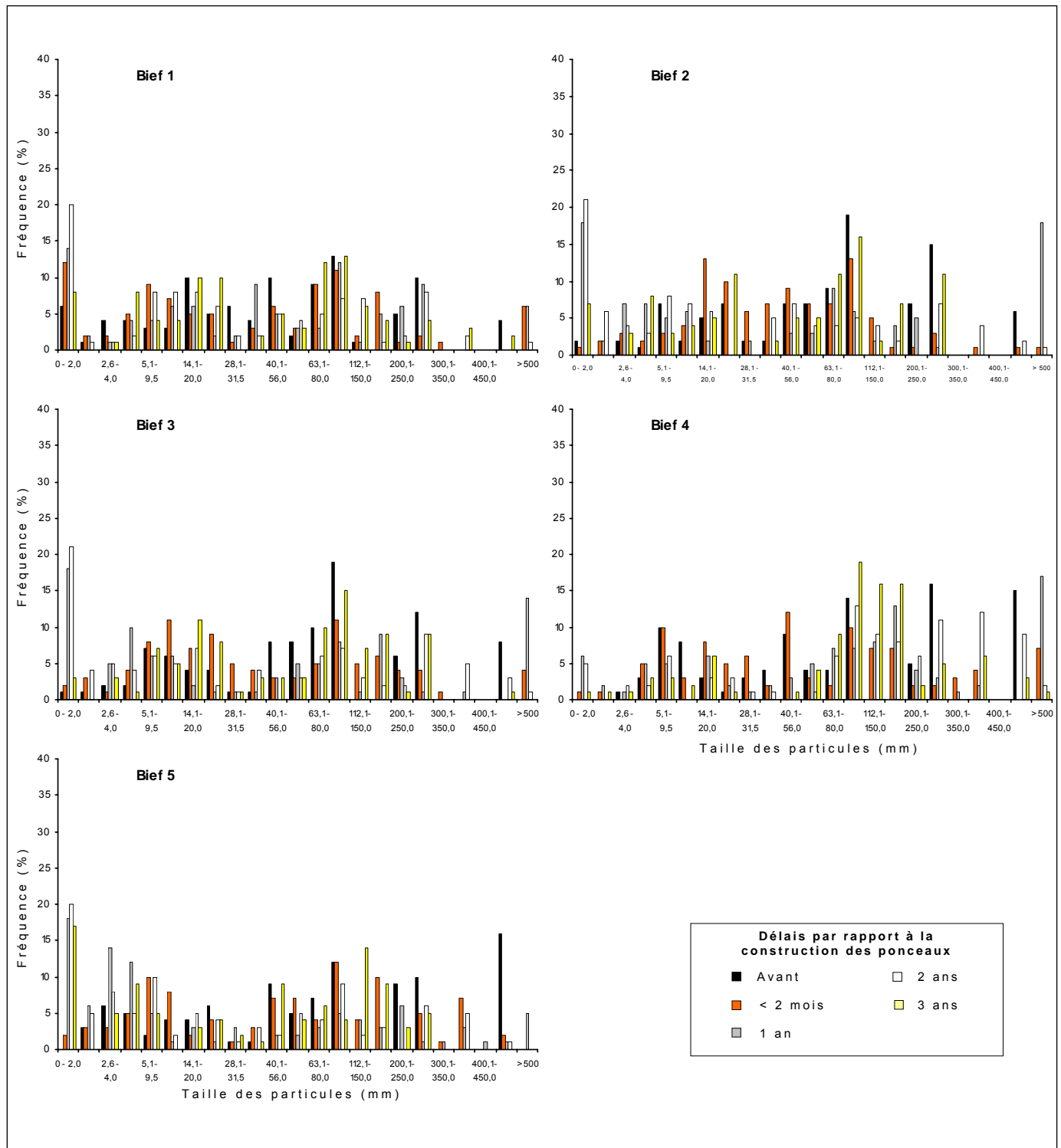


Figure 11 Ruisseau Saunier : fréquence (%) des particules en fonction de leur taille (mm)



## Annexe C Résultats de la séparation granulométrique

Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Aubé moins de 2 mois après la construction des ponceaux (2001)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments (g)	Sédiments (g) par classes de taille (mm)						Sédiments totaux (g)	
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075		≤ 0,075
1 Amont 32 m	203368	1423,42	1399,21	9,39	4,49	2,13	2,29	3,00	1,79	23,09
	203369	1415,43	1396,23	2,61	1,95	2,11	5,80	4,73	1,76	18,96
	203370	1420,97	1399,33	6,97	2,93	1,81	3,09	3,88	1,89	20,57
	203371	1464,50	1437,70	2,62	3,43	4,41	9,06	4,56	2,59	26,67
	203372	1461,00	1438,70	7,96	4,16	1,71	2,09	2,63	3,52	22,07
	203373	1441,50	1430,30	3,25	1,92	1,06	1,42	1,87	1,71	11,23
	203374	1411,90	1403,00	3,12	1,28	0,65	0,78	1,23	1,51	8,57
	203375	1405,25	1388,91	4,67	2,65	1,26	1,54	3,17	1,72	15,01
2 Aval 31 m	203376	1433,00	1408,31	8,00	4,12	1,79	2,64	4,75	2,20	23,50
	203377	1482,70	1457,10	7,51	4,11	2,15	4,11	4,14	3,39	25,41
	203378	1536,40	1421,30	12,66	23,98	21,50	28,71	20,33	7,40	114,58
	203379	1480,70	1441,00	10,17	5,78	5,41	9,51	5,58	3,03	39,48
	203380	1401,66	1380,42	3,56	2,56	1,53	3,52	7,13	2,44	20,74
	203381	1460,90	1424,70	3,42	4,58	3,26	8,15	11,35	5,12	35,88
	203382	1458,50	1439,40	4,61	3,37	1,91	2,86	4,60	1,69	19,04
	203383	1461,30	1426,80	9,53	5,28	2,73	5,78	7,77	2,88	33,97
3 Aval 59 m	203384	1516,10	1483,10	9,46	7,19	5,58	5,41	3,97	1,09	32,70
	203385	1525,00	1368,70	25,58	36,64	44,72	29,88	10,60	7,11	154,53
	203386	1404,40	1387,20	4,62	2,61	1,38	2,15	3,85	2,52	17,13
	203387	1427,60	1408,90	3,63	3,07	1,62	2,78	5,53	2,00	18,63
	203388	1457,30	1436,50	8,92	3,88	1,55	1,56	2,98	1,65	20,54
	203389	1420,30	1402,80	4,55	2,80	1,83	2,61	3,48	1,88	17,15
	203390	1528,40	1460,80	6,19	12,55	27,39	14,93	2,64	3,67	67,37
	203391	1453,10	1433,10	5,86	4,42	4,05	1,79	1,98	1,67	19,77
4 Aval 105 m	203392	1490,10	1375,70	7,64	23,60	32,82	34,68	12,74	2,35	113,83
	203393	1552,10	1456,60	2,06	16,96	34,44	28,02	11,34	2,35	95,17
	203394	1435,10	1380,70	9,04	6,42	12,92	15,77	7,56	2,42	54,13
	203395	1425,50	1374,90	14,81	8,79	8,33	12,09	4,34	1,99	50,35
	203396	1493,20	1462,30	6,06	4,02	3,32	7,58	6,93	2,72	30,63
	203397	1477,30	1434,60	2,69	3,21	6,75	20,35	7,24	2,03	42,27
	203398	1644,70	1349,90	6,34	42,67	99,87	118,53	22,64	3,81	293,86
	203399	1684,20	1476,50	16,49	73,93	64,18	35,55	13,97	2,89	207,01

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards moins de 2 mois après la construction des ponceaux (2000)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 33 m	45287	1414,95	1410,74	0,56	0,80	0,45	0,51	0,74	1,02	4,08
	45288	1439,00	1434,01	1,15	0,60	0,45	0,57	0,90	1,12	4,79
	45289	1454,29	1451,36	0,37	0,30	0,20	0,32	0,60	1,02	2,81
	45290	1420,33	1413,81	0,87	1,44	1,15	0,98	0,93	1,02	6,39
	45291	1419,80	1416,32	0,26	0,58	0,41	0,41	0,71	1,03	3,40
	45292	1370,39	1364,91	0,79	1,16	0,60	0,64	1,05	1,11	5,35
	45293	1455,66	1451,65	0,44	0,79	0,46	0,47	0,74	1,00	3,90
	45294	1417,56	1413,71	0,55	0,72	0,43	0,39	0,62	0,97	3,68
2 Aval 16 m	45279	1622,68	1471,00	4,08	6,27	4,29	7,32	44,52	85,29	151,77
	45280	1870,04	1461,93	3,28	4,49	3,66	20,87	277,43	97,35	407,08
	45281	1589,57	1429,42	3,81	5,36	3,54	5,97	90,86	49,80	159,34
	45282	1697,55	1446,45	6,27	7,61	5,19	20,54	144,75	65,59	249,95
	45283	1701,92	1421,36	6,73	8,00	5,59	33,30	145,95	79,68	279,25
	45284	1724,18	1421,75	5,42	11,28	7,56	31,90	175,97	69,05	301,18
	45285	1639,06	1411,24	7,02	8,84	5,34	19,40	109,64	76,72	226,96
	45286	1639,84	1401,99	5,73	8,46	5,61	18,34	111,99	86,81	236,94
3 Aval 36 m	45271	1493,63	1423,21	1,40	2,78	2,10	3,16	26,28	34,03	69,75
	45272	1521,46	1494,13	0,75	1,58	1,32	1,68	6,27	15,42	27,02
	45273	1551,48	1444,56	2,52	4,91	3,37	5,26	52,71	37,41	106,18
	45274	1616,16	1473,58	3,33	4,63	2,97	4,59	81,94	44,33	141,79
	45275	1544,13	1443,06	0,61	2,01	1,82	3,33	42,77	50,02	100,56
	45276	1673,97	1486,46	4,65	6,79	4,40	6,03	68,66	96,04	186,57
	45277	1641,44	1430,53	1,94	3,32	2,62	4,94	126,89	70,45	210,16
	45278	1449,77	1401,58	0,99	1,12	1,28	2,68	17,00	24,69	47,76
4 Aval 75 m	45263	1492,70	1457,43	2,25	3,93	1,98	2,45	10,12	14,25	34,98
	45264	1472,98	1384,60	6,50	8,90	5,04	6,13	27,01	34,30	87,88
	45265	1471,13	1434,12	1,96	3,26	1,96	2,43	11,45	15,46	36,52
	45266	1435,47	1408,59	3,60	3,33	1,60	1,80	5,50	10,66	26,49
	45267	1449,70	1431,28	3,88	2,74	1,23	1,25	3,59	5,39	18,08
	45268	1465,43	1420,61	2,30	3,72	2,16	2,58	13,42	20,16	44,34
	45269	1447,23	1405,60	3,36	4,49	2,45	2,98	10,88	17,00	41,16
	45270	1420,10	1405,99	2,80	2,34	1,05	1,25	2,91	3,43	13,78



### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier moins de 2 mois après la construction des ponceaux (2000)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 25 m	45319	1406,61	1395,36	4,44	2,42	0,90	0,81	1,10	1,35	11,02
	45320	1452,14	1441,93	3,84	2,23	0,76	0,70	1,06	1,34	9,93
	45321	1471,78	1457,68	6,26	2,79	1,02	0,95	1,28	1,60	13,90
	45322	1512,82	1496,31	7,59	3,24	1,22	1,10	1,49	1,69	16,33
	45323	1392,10	1378,60	6,13	2,82	0,93	0,89	1,27	1,24	13,28
	45324	1445,99	1432,59	6,04	2,87	0,90	0,77	1,17	1,48	13,23
	45325	1449,35	1433,90	6,63	2,94	1,15	1,12	1,60	1,76	15,20
	45326	1477,03	1465,77	3,90	2,30	0,93	0,99	1,42	1,48	11,02
2 Aval 21 m	45327	1883,54	1374,14	11,58	13,28	11,73	136,45	303,47	31,87	508,38
	45328	1720,72	1442,63	1,66	3,02	3,13	41,63	192,87	35,35	277,66
	45329	1788,63	1476,00	1,24	2,92	3,59	39,87	215,18	49,19	311,99
	45330	1610,20	1438,56	2,30	4,87	4,12	9,85	103,90	46,16	171,20
	45331	1734,84	1431,62	2,33	5,05	9,80	56,74	185,00	43,76	302,68
	45332	1768,21	1390,83	1,14	2,09	2,26	44,50	260,60	66,27	376,86
	45333	1819,85	1429,11	1,83	3,22	3,82	66,73	265,00	49,91	390,51
	45334	1588,46	1401,22	2,43	3,77	3,52	9,15	122,11	45,67	186,65
3 Aval 45 m	45335	1532,94	1475,60	6,87	6,63	4,05	4,91	19,08	15,42	56,96
	45336	1527,81	1429,66	3,68	5,41	4,15	6,84	46,77	30,82	97,67
	45337	1545,51	1420,01	1,61	3,64	3,68	7,27	69,74	39,04	124,98
	45338	1513,71	1418,24	3,67	4,81	4,04	6,73	43,63	32,09	94,97
	45339	1517,82	1459,63	6,65	5,98	3,70	5,15	20,10	16,19	57,77
	45340	1521,06	1427,64	2,44	4,24	3,50	6,03	51,16	25,54	92,91
	45341	1513,90	1424,06	3,27	4,78	3,75	6,24	42,40	28,96	89,40
	45342	1515,64	1428,96	3,24	5,32	3,79	5,88	34,39	33,49	86,11
4 Aval 90 m	45343	1436,02	1397,72	11,10	5,95	2,59	2,81	7,36	8,15	37,96
	45344	1484,09	1437,42	9,63	5,48	2,59	3,20	11,02	14,44	46,36
	45345	1487,51	1427,59	7,47	6,62	3,55	4,79	16,90	20,19	59,52
	45346	1508,86	1455,66	9,23	5,94	2,91	3,80	12,96	17,98	52,82
	45347	1403,38	1363,28	9,84	5,44	2,90	3,12	7,39	11,08	39,77
	45348	1472,87	1409,96	7,74	7,07	3,58	4,19	16,07	23,10	61,75
	45349	1400,72	1345,65	7,75	5,93	3,13	4,31	15,06	18,42	54,60
	45350	1504,31	1448,78	5,30	6,90	3,76	4,83	16,55	17,75	55,09

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Roza moins de 2 mois après la construction des ponceaux (2000)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 106 m	45295	1430,40	1426,10	0,55	0,44	0,30	0,58	0,95	1,30	4,12
	45296	1434,71	1429,91	0,37	0,82	0,49	0,54	0,94	1,37	4,53
	45297	1432,45	1428,20	0,48	0,54	0,39	0,48	0,85	1,28	4,02
	45298	1445,01	1440,00	0,64	0,91	0,39	0,48	0,93	1,43	4,78
	45299	1431,76	1425,82	0,75	1,12	0,58	0,66	1,20	1,44	5,75
	45300	1478,99	1472,94	0,86	1,27	0,55	0,63	0,98	1,55	5,84
	45301	1412,43	1407,25	0,91	1,05	0,41	0,47	0,78	1,32	4,94
	45302	1440,25	1433,40	1,43	1,44	0,65	0,62	1,00	1,43	6,57
3 Aval 65 m	45303	1436,78	1413,22	2,70	2,22	2,48	4,92	4,83	6,02	23,17
	45304	1477,05	1456,09	1,80	1,70	1,32	2,98	5,45	7,38	20,63
	45305	1455,35	1430,86	0,81	1,64	1,46	2,87	7,65	9,70	24,13
	45306	1415,71	1394,43	1,19	1,98	1,64	3,57	5,94	6,68	21,00
	45307	1432,09	1410,72	5,11	3,12	2,47	3,60	3,39	3,36	21,05
	45308	1442,88	1410,87	3,79	4,51	2,92	5,59	7,26	7,59	31,66
	45309	1488,63	1434,08	10,46	13,78	5,88	7,44	8,28	8,30	54,14
	45310	1425,82	1404,34	1,62	1,82	1,27	2,66	5,97	7,73	21,07
4 Aval 111 m	45311	1408,10	1392,59	2,16	2,19	1,23	1,92	3,85	3,81	15,16
	45312	1426,30	1402,65	3,91	4,30	2,35	2,67	4,38	5,58	23,19
	45313	1456,90	1436,94	1,88	2,11	2,23	4,76	4,88	3,73	19,59
	45314	1405,03	1390,69	1,76	1,48	1,01	1,59	3,82	4,18	13,84
	45315	1437,22	1425,22	1,18	1,78	0,96	1,47	3,29	3,07	11,75
	45316	1427,24	1413,24	1,79	1,64	1,09	1,62	3,38	4,18	13,70
	45317	1413,00	1397,75	3,48	2,53	1,20	1,38	3,15	3,23	14,97
	45318	1382,55	1371,25	1,86	1,52	0,81	1,04	2,59	3,25	11,07

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Saunier moins de 2 mois après la construction des ponceaux (2000)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 40 m	45255	1604,29	1446,79	23,09	59,80	41,17	22,71	7,45	3,07	157,29
	45256	1525,78	1421,49	20,14	40,39	22,36	12,73	6,03	2,31	103,96
	45257	1354,73	1331,13	2,72	4,15	3,14	4,42	6,26	2,67	23,36
	45258	1419,65	1393,84	3,11	3,75	2,39	4,67	8,67	2,96	25,55
	45259	1509,06	1426,10	8,63	25,56	21,14	14,90	9,14	3,29	82,66
	45260	1416,59	1345,95	7,86	23,10	15,91	12,68	7,98	2,78	70,31
	45261	1424,59	1370,40	5,14	10,62	9,75	13,95	11,16	3,32	53,94
	45262	1529,94	1475,83	11,09	8,19	5,31	11,72	14,38	3,21	53,90
2 Aval 20 m	45247	1625,61	1380,40	30,54	58,08	47,37	62,11	38,67	7,80	244,57
	45248	1295,32	1177,05	23,13	22,04	16,36	27,99	22,22	6,19	117,93
	45249	1445,78	1360,32	6,82	12,11	10,76	20,72	23,29	11,30	85,00
	45250	1634,20	1417,04	14,06	45,93	46,32	63,48	37,56	9,26	216,61
	45251	1444,10	1350,87	8,69	16,76	12,57	22,90	25,18	6,86	92,96
	45252	1544,86	1358,31	12,43	39,90	33,83	53,12	32,67	14,03	185,98
	45253	1613,52	1397,19	71,17	47,59	23,70	33,60	30,02	9,58	215,66
	45254	1438,20	1359,43	5,51	7,77	8,57	22,73	25,86	8,00	78,44
3 Aval 50 m	45239	1611,99	1419,04	54,90	62,57	24,03	23,04	20,43	7,44	192,41
	45240	1580,45	1409,19	17,44	33,31	27,26	48,63	34,70	9,36	170,70
	45241	1572,67	1437,17	34,86	32,91	13,69	24,34	23,54	5,53	134,87
	45242	1629,22	1353,22	51,37	110,12	44,35	34,80	26,87	7,73	275,24
	45243	1212,21	1106,78	12,93	22,62	14,73	25,45	23,56	5,69	104,98
	45244	1680,69	1420,03	77,23	55,20	23,66	54,60	41,41	7,79	259,89
	45245	1513,97	1439,04	22,03	16,49	11,02	12,83	8,78	3,54	74,69
	45246	1649,53	1386,39	36,69	66,72	42,92	64,38	42,10	9,70	262,51
4 Aval 100 m	45231	1054,25	956,25	46,76	25,85	5,87	5,29	10,39	3,60	97,76
	45232	1372,57	1336,37	8,20	6,58	2,71	4,22	9,71	4,47	35,89
	45233	1224,53	1111,57	46,38	36,47	8,84	7,53	10,36	3,03	112,61
	45234	1491,97	1368,81	32,93	33,45	15,35	14,70	20,40	5,78	122,61
	45235	1438,49	1409,60	2,80	5,06	2,75	4,10	9,03	4,84	28,58
	45236	1484,41	1408,97	29,31	20,08	4,81	5,64	10,98	4,23	75,05
	45237	1690,55	1265,89	236,82	132,69	22,20	11,70	15,38	5,35	424,14
	45238	1328,57	1222,63	27,43	30,54	12,93	11,57	17,56	5,54	105,57
5 Aval 200 m	45223	1491,52	1458,05	4,14	6,29	3,79	4,71	9,87	4,42	33,22
	45224	1505,82	1458,75	6,81	11,08	7,06	7,16	10,72	3,89	46,72
	45225	1423,59	1215,96	25,03	100,06	45,19	20,45	11,86	4,15	206,74
	45226	1482,17	1437,91	5,72	6,93	5,43	9,35	12,36	4,12	43,91
	45227	1528,8	1382,22	51,09	59,69	14,2	7,38	9,8	3,94	146,10
	45228	1554,29	1485,16	5,83	17,91	15,2	12,41	12,58	4,78	68,71
	45229	1432,97	1372,89	8,46	10,76	9,56	11,6	14,27	5,1	59,75
	45230	1321,91	1297,99	2,48	2,74	2,59	4,53	8,06	3,26	23,66

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Aubé un an après la construction des ponceaux (2002)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)						Sédiments totaux (g)	
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075		≤ 0,075
1 Amont 32 m	262207	1496,00	1388,90	16,11	21,31	19,25	30,54	17,27	2,47	107,10
	262208	1515,60	1406,90	21,71	23,90	22,28	27,27	11,53	1,80	108,70
	262209	1526,20	1383,00	21,96	33,04	29,41	37,80	18,38	2,30	143,20
	262210	1533,40	1366,60	22,79	21,71	30,96	60,94	26,81	3,30	166,80
	262211	1563,80	1432,80	16,87	19,15	31,61	41,18	19,51	2,48	131,00
	262212	1530,60	1421,40	9,98	13,72	24,76	39,51	18,65	2,48	109,20
	262213	1581,90	1444,00	26,87	23,98	18,75	35,60	29,06	3,45	137,90
	262214	1513,60	1369,90	20,44	27,51	26,88	40,55	24,64	3,43	143,70
2 Aval 31 m	262215	1587,60	1355,70	10,16	36,24	61,15	74,99	40,18	8,82	231,90
	262216	1653,30	1381,80	28,14	52,57	60,48	77,44	41,90	10,60	271,50
	262217	1781,50	1356,70	108,62	131,81	78,32	62,46	32,70	10,51	424,80
	262218	1563,00	1389,90	10,40	22,09	37,88	60,58	34,00	7,92	173,10
	262219	1598,50	1407,20	31,74	43,33	35,25	38,05	31,78	10,88	191,30
	262220	1518,90	1419,30	16,38	17,04	19,92	25,44	16,39	4,40	99,60
	262221	1614,50	1399,10	45,18	40,05	35,10	42,66	35,08	17,04	215,40
	262222	1625,20	1498,10	16,66	10,80	12,12	31,90	35,84	19,40	127,10
3 Aval 59 m	262223	1617,40	1466,30	33,94	34,89	29,03	31,17	17,98	3,95	151,10
	262224	1561,90	1405,00	12,60	20,99	25,23	50,69	43,48	3,82	156,90
	262225	1560,90	1448,10	16,29	25,70	23,00	25,09	17,40	4,64	112,80
	262226	1453,50	1341,10	8,91	13,90	23,66	38,13	24,09	3,52	112,40
	262227	1649,00	1425,90	34,04	36,57	43,07	67,46	34,57	7,10	223,10
	262228	1558,20	1428,00	36,38	30,62	22,24	25,60	12,82	2,30	130,20
	262229	1762,60	1362,90	111,17	110,24	70,84	62,54	36,57	7,74	399,70
	262230	1810,00	1280,20	127,98	182,15	116,30	79,12	21,54	2,57	529,80
4 Aval 105 m	262231	1672,50	1348,20	36,26	60,93	84,53	98,78	36,70	6,49	324,30
	262232	1616,30	1418,80	61,91	38,03	30,78	40,50	22,85	3,13	197,50
	262233	1597,70	1373,30	49,39	50,02	46,92	54,46	20,60	2,82	224,40
	262234	1582,10	1405,20	34,16	51,11	37,84	36,47	14,32	2,79	176,90
	262235	1474,20	1364,20	15,36	22,79	21,82	28,16	18,26	3,52	110,00
	262236	1522,00	1313,30	22,95	21,11	32,44	85,68	42,45	3,80	208,70
	262237	1539,40	1334,50	14,00	23,75	44,66	94,03	25,94	2,28	204,90
	262238	1641,80	1401,70	27,10	50,75	77,37	67,32	15,15	2,11	240,10

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards un an après la construction des ponceaux (2001)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 33 m	203360	1207,22	1145,9 9	9,34	24,95	16,14	6,86	2,20	0,87	60,36
	203361	1397,52	1228,2 4	31,44	78,84	42,72	12,53	2,66	0,99	169,18
	203362	1575,54	1308,0 0	95,89	121,98	36,16	9,39	2,78	1,22	267,42
	203363	1460,43	1419,7 0	10,55	11,93	6,69	5,81	3,26	1,24	39,48
	203364	1373,00	1256,7 1	27,90	54,85	20,87	7,88	2,74	1,07	115,31
	203365	1337,10	1290,0 0	3,83	16,00	13,41	7,93	3,10	1,11	45,38
	203366	1617,67	1391,7 2	67,80	110,73	33,83	9,36	2,72	1,34	225,78
	203367	1454,66	1382,5 4	19,54	30,50	13,88	5,42	2,25	1,08	72,67
2 Aval 16 m	203352	1840,91	1374,0 0	26,57	53,29	72,81	105,27	169,48	38,59	466,01
	203353	854,35	549,41	95,74	63,38	39,17	34,91	56,71	14,26	304,17
	203354	1250,90	864,41	83,77	84,55	56,42	55,13	77,40	28,45	385,72
	203355	1623,00	982,32	149,73	173,33	88,69	77,25	109,27	41,76	640,03
	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	203357	1472,91	1165,1 5	61,61	48,04	44,21	55,00	70,61	26,74	306,21
	203358	1875,82	1304,1 3	127,48	109,63	62,23	82,83	139,94	47,20	569,31
	203359	1870,24	1359,3 4	25,90	54,20	82,59	179,01	141,62	26,76	510,08
3 Aval 36 m	203344	1839,20	1391,6 0	51,91	68,40	51,65	90,56	118,03	66,17	446,72
	203345	1746,90	1285,1 0	59,27	66,57	47,85	107,00	105,71	74,39	460,79
	203346	1655,64	1404,8 1	31,55	42,20	45,64	51,49	62,99	15,56	249,43
	203347	1842,40	1341,1 2	73,27	71,62	53,41	117,95	141,14	42,00	499,39
	203348	1858,17	1385,2 0	67,00	78,52	55,27	107,17	130,35	33,82	472,13
	203349	1730,72	1267,4 1	128,16	125,57	65,34	50,49	74,24	18,87	462,67
	203350	1920,90	1348,8 0	36,24	81,89	84,87	148,23	120,84	98,74	570,81
	203351	1851,50	1423,9 0	15,81	46,12	47,71	71,10	155,78	90,28	426,80
4 Aval 75 m	203336	1848,15	1451,9 2	18,00	31,15	30,00	64,99	199,27	50,11	393,52
	203337	1729,90	1429,7 0	6,50	55,67	68,53	68,59	83,25	17,08	299,62
	203338	1741,00	1455,5 0	20,61	28,73	21,62	80,89	106,43	26,43	284,71
	203339	1825,20	1456,2 0	24,24	37,79	29,14	101,44	124,39	51,23	368,23
	203340	1643,12	1370,1 6	21,55	41,56	28,31	48,47	102,49	28,75	271,13
	203341	1715,80	1412,2 0	25,78	89,43	85,48	54,93	37,18	10,00	302,80
	203342	1699,24	1423,2 1	8,93	48,19	53,33	59,47	84,99	19,58	274,49
	203343	1594,45	1412,9 2	25,90	35,63	22,76	28,08	53,48	14,35	180,20

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier un an après la construction des ponceaux (2001)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 25 m	203264	1526,57	1486,56	13,55	8,37	3,21	3,77	7,40	2,95	39,25
	203265	1490,74	1426,42	13,29	16,08	7,21	7,30	14,40	5,07	63,35
	203266	1474,77	1400,20	12,99	14,79	9,89	9,66	18,73	6,80	72,86
	203267	1480,34	1408,41	8,69	13,89	9,43	10,53	22,05	6,37	70,96
	203268	1452,93	1412,22	13,50	7,49	3,36	3,86	8,25	3,17	39,63
	203269	1526,65	1431,10	24,42	26,21	13,18	9,76	15,35	5,44	94,36
	203270	1524,96	1424,25	8,96	24,17	18,16	15,54	26,10	6,68	99,61
	203271	1527,25	1467,00	7,82	7,42	5,41	8,40	22,11	8,11	59,27
2 Aval 21 m	203256	1765,87	1377,92	16,95	41,08	65,41	177,31	77,22	7,95	385,92
	203257	1875,86	1331,34	47,99	94,29	68,29	163,25	106,36	14,30	494,48
	203258	1525,81	1058,76	109,81	83,64	45,44	99,76	65,93	12,79	417,37
	203259	1453,42	1143,21	65,61	62,31	60,99	57,17	53,82	8,73	308,63
	203260	1802,60	1362,64	43,62	43,07	57,35	177,40	107,58	9,44	438,46
	203261	1790,13	1216,82	91,97	134,80	91,14	159,86	84,72	9,35	571,84
	203262	1700,22	1256,00	61,15	58,14	59,76	133,92	113,69	16,70	443,36
	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3 Aval 45 m	203248	1580,97	1412,94	4,27	10,96	17,10	57,47	68,94	8,28	167,02
	203249	1599,00	1395,52	7,76	16,85	27,13	66,75	73,19	9,28	200,96
	203250	1460,34	1228,11	22,30	27,62	27,33	64,61	75,33	9,92	227,11
	203251	1506,94	1258,32	27,93	42,33	36,62	56,46	72,54	10,39	246,27
	203252	1575,00	1365,44	15,51	30,50	32,83	55,80	61,50	10,91	207,05
	203253	1642,46	1407,52	8,54	21,33	16,05	57,21	115,02	15,43	233,58
	203254	1410,52	1074,94	59,92	70,78	52,03	60,23	79,20	11,84	334,00
	203255	1501,34	1406,60	4,71	10,03	10,52	18,88	42,02	7,46	93,62
4 Aval 90 m	203240	1553,82	1398,49	25,87	25,98	23,20	31,27	38,64	8,17	153,13
	203241	1588,44	1424,53	12,58	17,66	23,90	40,79	58,67	9,52	163,12
	203242	1552,34	1345,42	30,49	29,85	30,08	38,55	65,43	12,11	206,51
	203243	1526,73	1318,43	36,90	45,47	36,08	33,18	37,20	19,04	207,87
	203244	1561,40	1388,12	12,07	25,42	26,00	38,07	60,77	8,66	170,99
	203245	1605,11	1422,55	16,74	31,67	25,42	29,44	65,60	11,93	180,80
	203246	1416,82	1209,31	26,08	28,11	27,38	44,15	70,49	10,55	206,76
	203247	1525,86	1412,61	12,00	26,84	20,57	15,09	30,53	7,87	112,90

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Roza un an après la construction des ponceaux (2001)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)	
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075		
1 Amont 106 m	203272	1532,41	1371,13	25,59	45,91	41,66	33,63	10,74	2,35	159,88	
	203273	1541,07	1361,51	30,39	38,46	41,14	48,38	17,51	2,80	178,68	
	203274	1477,53	1267,14	67,11	53,44	38,97	33,54	14,36	2,49	209,91	
	203275	1526,92	1312,10	27,06	53,58	54,37	56,35	18,39	2,61	212,36	
	203276	1544,10	1305,72	55,40	58,11	53,16	50,15	17,53	2,15	236,50	
	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	203278	1583,96	1360,21	52,43	68,36	51,29	37,47	11,15	2,18	222,88	
	203279	1614,29	1297,30	94,14	106,52	55,42	43,55	13,31	2,27	315,21	
3 Aval 65 m	203280	1586,73	1303,32	72,63	93,29	59,42	43,40	11,25	1,90	281,89	
	203281	1588,16	1373,12	27,83	56,38	53,78	56,13	16,26	2,09	212,47	
	203282	1523,72	1259,24	55,19	52,88	57,82	72,56	22,36	2,70	263,51	
	203283	1666,27	1417,81	31,93	77,61	64,64	56,51	13,63	2,13	246,45	
	203284	1642,96	1392,00	31,97	57,70	69,18	63,83	24,34	2,78	249,80	
	203285	1579,21	1366,94	34,43	70,17	49,98	39,27	14,91	2,24	211,00	
	203286	1479,74	1281,94	57,30	60,04	34,22	32,06	11,39	1,87	196,88	
	203287	1337,51	1098,00	51,05	58,10	48,57	58,14	20,81	2,07	238,74	
4 Aval 111 m	203288	1596,24	1192,77	94,50	116,21	76,26	80,27	31,56	3,13	401,93	
	203289	1759,00	1298,73	129,04	97,08	87,99	100,72	38,83	4,02	457,68	
	203290	1769,83	1207,52	179,08	184,50	101,24	74,95	17,65	2,23	559,65	
	203291	1596,01	1289,72	117,50	92,25	45,83	36,68	10,08	2,03	304,37	
	203292	1707,28	1384,51	48,88	91,24	77,98	73,23	25,11	3,58	320,02	
	203293	1652,25	1403,82	43,18	88,28	51,09	44,24	16,70	3,83	247,32	
	203294	1589,82	1385,73	56,51	64,53	36,20	31,69	10,52	2,46	201,91	
	203295	1538,24	1385,73	27,65	41,61	25,43	34,33	19,26	2,93	151,21	

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Saunier un an après la construction des ponceaux (2001)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 40 m	203296	1548,49	1374,00	23,54	55,81	42,77	31,99	15,70	3,22	173,03
	203297	1510,12	1409,66	21,90	25,51	15,77	17,72	14,60	2,76	98,26
	203298	1560,00	1410,91	22,38	45,13	35,17	28,55	13,12	3,21	147,56
	203299	1689,04	1424,84	54,59	106,70	44,44	35,18	18,20	3,18	262,29
	203300	1557,13	1369,34	25,56	50,79	39,86	40,93	24,10	5,02	186,26
	203301	1213,96	1122,74	7,11	12,22	11,87	24,95	27,33	5,05	88,53
	203302	1516,54	1378,64	14,93	44,40	32,70	27,65	13,31	3,35	136,34
	203303	1581,80	1352,00	43,75	67,05	37,02	41,04	29,84	9,19	227,89
2 Aval 20 m	203304	1684,00	1357,62	52,00	72,96	47,26	72,05	64,74	16,82	325,83
	203305	1767,93	1417,91	6,22	8,88	19,46	125,27	140,83	46,53	347,19
	203306	1530,95	1356,43	21,41	47,27	44,20	39,71	17,10	3,50	173,19
	203307	1701,11	1402,30	8,24	11,37	21,41	96,07	125,07	34,51	296,67
	203308	1624,12	1399,22	18,51	43,45	50,92	66,77	36,89	7,86	224,40
	203309	1632,86	1444,82	18,82	30,99	17,11	47,86	58,17	13,39	186,34
	203310	1781,73	1123,41	149,09	187,64	141,12	123,03	45,47	7,56	653,91
	203311	1626,97	1046,38	76,73	135,90	125,05	143,27	78,26	18,51	577,72
3 Aval 50 m	203312	1579,13	1371,11	37,06	66,80	31,90	35,29	29,45	7,28	207,78
	203313	1713,62	1308,11	64,63	99,49	84,52	86,21	59,74	10,07	404,66
	203314	1622,64	1358,20	29,96	39,61	34,12	65,02	72,47	20,76	261,94
	203315	1498,86	888,34	188,11	177,22	82,63	92,23	55,76	12,85	608,80
	203316	1803,73	1239,49	82,17	127,46	94,36	123,37	105,81	28,68	561,85
	203317	1844,33	1372,42	18,39	57,90	103,68	146,28	112,35	31,18	469,78
	203318	1899,65	1265,13	130,91	138,81	99,92	123,75	110,19	29,48	633,06
	203319	1749,74	1448,00	49,82	91,71	64,85	53,18	32,37	7,27	299,20
4 Aval 100 m	203320	1612,24	1195,82	96,57	70,40	41,00	68,78	107,33	30,45	414,53
	203321	1755,94	1384,42	79,83	83,92	43,04	64,46	74,78	24,29	370,32
	203322	1526,55	1011,94	124,59	127,44	68,67	74,53	87,48	30,50	513,21
	203323	1789,46	1007,33	270,71	295,24	98,53	59,21	44,44	12,57	780,70
	203324	1446,42	827,55	148,41	200,82	87,94	80,32	80,80	18,37	616,66
	203325	1849,83	1410,41	68,75	91,65	58,86	84,23	102,66	31,34	437,49
	203326	1729,56	1463,81	29,20	53,50	32,11	52,00	73,73	23,17	263,71
	203327	1705,44	1087,82	172,41	201,46	77,99	73,51	71,40	17,99	614,76
5 Aval 200 m	203328	1757,84	1197,91	97,68	187,93	83,06	75,26	94,00	18,98	556,91
	203329	1602,85	1358,73	32,07	92,51	42,47	26,67	38,38	11,92	244,02
	203330	1816,97	1124,63	196,42	198,92	103,31	93,56	81,42	15,56	689,19
	203331	1666,32	1345,00	23,91	54,45	45,72	68,06	98,57	28,71	319,42
	203332	1680,14	1340,40	69,32	85,44	43,45	51,81	68,45	19,41	337,88
	203333	1688,19	1394,42	18,46	51,90	40,23	56,08	94,13	30,02	290,82
	203334	1758,72	1266,76	97,63	141,54	80,23	69,00	77,31	24,30	490,01
	203335	1660,61	1399,99	35,61	60,92	38,00	52,35	60,67	11,13	258,68



### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Aubé deux ans après la construction des ponceaux (2003)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)						Sédiments totaux (g)	
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075		≤ 0,075
1 Amont 32 m	277128	1528,00	1441,30	8,75	15,00	16,81	25,73	17,52	2,49	86,30
	277129	1438,20	1395,70	11,11	11,37	7,90	6,83	3,71	1,42	42,34
	277130	1485,80	1419,50	13,00	15,25	12,32	15,17	8,60	1,76	66,10
	277131	1480,50	1419,80	5,52	4,28	6,26	22,61	18,94	2,79	60,40
	277132	1499,10	1418,30	10,26	9,03	11,05	27,42	19,52	3,23	80,51
	277133	1417,30	1362,20	9,63	10,28	9,60	13,41	9,78	2,13	54,83
	277134	1459,20	1403,40	8,78	5,56	5,80	18,96	14,00	2,44	55,54
	277135	1503,40	1462,40	3,24	2,97	4,82	16,78	10,87	2,09	40,77
2 Aval 31 m	277136	1557,90	1407,00	5,03	13,60	23,60	40,66	57,62	10,01	150,52
	277137	1551,50	1424,00	8,37	9,84	19,90	41,89	37,70	9,32	127,02
	277138	1750,40	1413,70	34,14	94,02	94,27	71,35	37,20	5,32	336,30
	277139	1821,80	1330,60	4,06	37,55	113,58	168,99	144,70	21,71	490,59
	277140	1488,50	1413,40	13,00	9,37	5,68	13,94	26,18	6,58	74,75
	277141	1521,40	1438,40	12,77	17,32	12,91	19,15	15,23	5,22	82,60
	277142	1540,10	1404,60	17,72	27,76	24,98	29,19	28,07	7,32	135,04
	277143	1485,80	1380,00	19,79	18,30	13,35	21,00	22,61	10,36	105,41
3 Aval 59 m	277144	1624,40	1457,60	27,77	36,11	38,11	36,36	23,33	4,60	166,28
	277145	1578,40	1434,60	11,22	17,00	22,05	42,04	46,54	4,70	143,55
	277146	1466,80	1389,10	12,26	10,30	10,85	17,30	20,83	5,73	77,27
	277147	1476,00	1393,00	9,73	7,95	8,09	18,78	29,99	8,01	82,55
	277148	1446,40	1389,80	9,70	11,83	9,93	11,52	10,54	2,77	56,29
	277149	1462,80	1394,20	12,02	10,93	12,26	18,12	12,12	2,63	68,08
	277150	1472,30	1382,90	13,50	13,11	11,14	18,41	26,68	4,85	87,69
	277151	1492,60	1381,80	37,28	25,87	14,50	15,71	12,71	4,08	110,15
4 Aval 105 m	277152	1653,80	1432,90	25,27	32,22	47,17	66,41	42,62	6,81	220,50
	277153	1590,80	1428,40	32,77	42,92	35,13	28,39	18,21	4,41	161,83
	277154	1468,60	1385,50	6,52	8,80	13,54	33,61	17,60	2,63	82,70
	277155	1658,80	1444,60	24,13	31,88	46,47	64,55	40,17	6,36	213,56
	277156	1527,80	1395,80	16,06	13,13	14,08	37,42	43,26	7,62	131,57
	277157	1509,40	1393,00	24,41	19,76	14,04	29,90	24,25	3,47	115,83
	277158	1598,00	1384,90	27,96	38,76	55,58	66,50	20,34	3,49	212,63
	277159	1631,80	1413,50	27,53	60,57	64,32	48,23	14,17	2,95	217,77

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards deux ans après la construction des ponceaux (2002)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 33 m	262263	1544,10	1390,60	34,73	68,24	30,96	11,80	6,15	1,45	153,50
	262264	1537,20	1402,20	33,25	64,64	23,69	8,07	4,03	1,15	135,00
	262265	1569,30	1472,60	28,74	42,06	14,22	6,60	3,72	1,22	96,70
	262266	1608,40	1580,80	6,29	6,84	3,94	4,48	4,55	1,37	27,60
	262267	1606,50	1529,20	7,90	28,69	17,62	11,76	9,39	1,75	77,30
	262268	1570,30	1409,60	58,82	72,68	17,66	6,50	3,51	1,19	160,70
	262269	1598,40	1527,10	32,06	21,86	7,63	4,64	3,65	1,35	71,30
	262270	1465,90	1370,20	28,06	42,99	14,13	6,22	3,13	0,98	95,70
2 Aval 16 m	262255	1780,60	1399,70	71,92	92,06	62,35	66,01	78,98	9,08	380,90
	262256	1582,40	1334,30	17,62	39,45	39,38	59,38	80,26	11,58	248,10
	262257	1579,30	1405,60	23,61	44,58	27,30	29,80	41,99	6,19	173,70
	262258	1674,20	1386,60	74,06	84,37	47,00	43,33	34,10	4,31	287,60
	262259	1831,90	1378,20	111,99	87,65	61,35	86,04	92,98	13,05	453,70
	262260	1727,90	1400,60	59,20	82,63	56,39	59,88	60,81	7,94	327,30
	262261	1775,20	1364,30	113,39	106,20	68,86	64,83	50,23	6,86	410,90
	262262	1686,10	1423,20	53,69	62,98	38,20	46,90	53,88	6,96	262,90
3 Aval 36 m	262247	1713,40	1479,60	24,97	49,80	33,90	45,88	69,64	9,23	233,80
	262248	1768,40	1407,80	80,56	76,32	47,26	50,85	91,86	13,30	360,60
	262249	1614,90	1443,20	15,60	24,51	29,32	44,34	51,24	6,51	171,70
	262250	1737,40	1476,80	23,72	45,20	39,89	61,91	79,54	9,91	260,60
	262251	1696,50	1405,90	38,94	71,77	40,57	51,02	76,03	11,72	290,60
	262252	1696,50	1376,90	59,33	91,49	55,26	52,90	54,29	5,80	319,60
	262253	1758,00	1437,70	41,11	69,47	45,61	66,81	86,64	10,16	320,30
	262254	1710,40	1431,10	29,28	52,05	39,30	58,49	87,22	12,47	279,30
4 Aval 75 m	262239	1547,90	1409,20	12,43	33,71	20,05	22,85	37,44	7,00	138,70
	262240	1552,90	1403,90	6,50	22,45	27,96	31,12	53,30	7,40	149,00
	262241	1600,60	1399,10	9,32	33,69	35,92	40,79	70,13	11,26	201,50
	262242	1553,30	1426,90	7,94	14,73	13,75	22,16	58,83	8,74	126,40
	262243	1601,60	1403,10	22,52	36,84	32,79	42,98	55,11	7,92	198,50
	262244	1556,40	1374,90	21,84	33,74	25,85	30,56	60,39	8,76	181,50
	262245	1544,10	1378,80	10,47	45,04	39,05	27,84	36,82	5,66	165,30
	262246	1640,30	1469,10	7,94	33,34	34,93	38,26	47,57	8,74	171,20

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier deux ans après la construction des ponceaux (2002)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 25 m	262126	1474,30	1379,00	15,20	39,86	23,94	7,24	6,96	1,83	95,30
	262127	1447,10	1397,40	11,05	7,19	6,69	11,74	10,62	2,15	49,70
	262128	1500,80	1392,60	17,71	18,63	22,64	25,54	19,53	3,74	108,20
	262129	1533,30	1451,40	15,43	26,72	12,60	12,63	11,49	2,65	81,90
	262130	1462,90	1388,50	11,70	18,90	14,25	14,24	12,21	2,79	74,40
	262131	1389,10	1337,60	10,41	12,86	12,36	7,91	6,27	1,45	51,50
	262132	1498,60	1411,60	14,30	15,69	16,54	19,78	17,62	2,80	87,00
	262133	1509,00	1392,00	19,17	26,95	25,84	23,38	17,71	3,64	117,00
2 Aval 21 m	262118	1548,20	1334,40	26,94	47,74	60,76	57,97	17,61	2,51	213,80
	262119	1465,10	1307,90	28,60	43,08	41,39	28,34	13,27	2,39	157,20
	262120	1583,20	1418,30	36,90	64,48	34,25	19,25	7,94	1,83	164,90
	262121	1586,40	1306,10	62,50	84,34	65,38	49,10	16,15	2,46	280,30
	262122	1677,50	1429,80	37,21	68,49	66,59	55,64	16,92	2,59	247,70
	262123	1588,60	1353,30	43,60	84,95	58,12	34,42	11,60	2,21	235,30
	262124	1539,60	1426,90	21,78	35,29	25,25	20,94	7,42	1,79	112,70
	262125	1638,70	1393,00	37,74	68,97	68,20	47,29	19,76	3,37	245,70
3 Aval 45 m	262110	1477,30	1402,00	11,81	19,26	14,87	16,20	11,12	1,85	75,30
	262111	1502,90	1365,20	30,66	35,80	31,38	24,59	13,02	2,01	137,70
	262112	1567,20	1410,40	16,76	49,63	39,61	34,29	14,30	1,90	156,80
	262113	1455,40	1353,80	15,35	25,97	23,32	23,62	11,26	1,87	101,60
	262114	1505,50	1401,80	9,01	16,86	25,98	33,87	15,44	2,31	103,70
	262115	1486,00	1364,10	12,87	25,10	27,14	38,17	16,11	2,17	121,90
	262116	1545,50	1428,00	24,12	29,04	26,44	22,77	12,71	2,15	117,50
	262117	1491,80	1348,30	24,20	38,85	30,91	31,07	15,84	2,21	143,50
4 Aval 90 m	262054	1540,60	1385,40	23,76	39,33	34,90	39,08	15,69	2,20	155,20
	262055	1483,90	1351,60	21,52	38,50	24,02	28,54	17,20	2,22	132,30
	262104	1544,90	1415,00	22,68	36,91	26,97	27,20	13,71	2,27	129,90
	262105	1647,40	1406,40	54,04	83,98	55,46	34,53	10,74	1,99	241,00
	262106	1598,10	1430,20	16,42	33,11	37,66	49,55	27,49	3,30	167,90
	262107	1592,80	1408,60	37,87	57,36	32,00	35,20	18,95	2,63	184,20
	262108	1617,50	1460,30	36,52	49,89	30,29	23,44	14,28	2,38	157,20
	262109	1623,10	1410,10	35,81	60,58	52,97	42,42	18,66	2,33	213,00
5 Aval 200 m	262046	1609,70	1407,90	44,75	69,60	34,44	29,88	19,80	3,03	201,80
	262047	1599,80	1366,40	68,53	91,75	32,84	22,02	15,39	2,44	233,40
	262048	1693,50	1476,90	60,36	80,33	32,60	24,32	15,85	2,86	216,60
	262049	1661,90	1387,40	84,71	90,02	37,44	34,17	24,22	3,64	274,50
	262050	1812,50	1392,20	132,52	181,79	52,15	30,99	19,24	3,00	420,30
	262051	1739,80	1397,30	99,67	115,30	54,46	44,45	25,01	3,32	342,50
	262052	1617,30	1383,70	51,62	86,70	38,97	31,49	21,30	3,34	233,60
	262053	1577,60	1346,80	70,08	89,90	28,24	22,91	16,90	2,39	230,80

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Roza deux ans après la construction des ponceaux (2002)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 106 m	262158	1582,00	1433,50	25,21	43,12	37,20	30,60	10,28	1,92	148,50
	262159	1491,90	1304,50	35,82	48,70	44,64	41,45	14,13	2,30	187,40
	262160	1726,50	1398,30	47,03	84,05	98,54	74,84	20,55	2,75	328,20
	262161	1648,50	1423,00	10,00	62,92	46,55	41,90	15,55	2,36	225,50
	262162	1585,40	1440,40	49,23	34,09	24,86	25,74	9,07	1,80	145,00
	262163	1561,40	1470,40	8,76	23,68	26,63	23,10	6,98	1,68	91,00
	262164	1614,20	1425,00	44,90	53,13	40,15	36,75	11,88	2,13	189,20
	262165	1622,10	1364,50	43,35	74,00	65,11	53,80	18,20	2,90	257,60
3 Aval 65 m	262150	1614,90	1371,10	44,30	64,67	53,04	58,87	20,38	2,24	243,80
	262151	1662,50	1479,00	39,06	55,96	35,44	38,39	12,47	1,97	183,50
	262152	1504,70	1251,40	65,33	75,67	42,50	49,61	18,16	1,73	253,30
	262153	1600,10	1453,80	22,73	27,65	33,24	44,58	15,76	2,10	146,30
	262154	1591,20	1293,90	58,93	63,15	70,89	78,94	22,84	2,08	297,30
	262155	1606,20	1375,10	33,89	48,45	51,91	69,79	24,30	2,45	231,10
	262156	1494,60	1324,70	32,40	34,01	38,52	46,82	15,98	1,99	169,90
	262157	1498,50	1296,90	35,66	39,12	43,95	61,86	19,00	1,72	201,60
4 Aval 111 m	262142	1631,50	1451,10	32,37	39,61	39,79	48,28	18,16	2,05	180,40
	262143	1613,90	1402,40	47,17	55,84	42,17	48,51	15,15	2,00	211,50
	262144	1512,20	1393,00	16,12	41,24	25,10	25,30	9,50	1,77	119,20
	262145	1577,70	1346,80	41,90	47,69	45,20	69,37	24,54	2,03	230,90
	262146	1590,80	1404,20	22,58	35,64	45,79	61,21	19,10	2,10	186,60
	262147	1579,00	1397,40	54,46	43,90	32,52	36,31	11,94	2,01	181,60
	262148	1587,10	1394,90	24,34	47,22	58,05	45,21	15,19	1,91	192,20
	262149	1560,90	1389,10	26,52	52,99	46,58	33,72	9,94	1,78	171,80
5 Aval 200 m	262134	1683,50	1380,40	35,26	51,94	99,64	89,38	24,20	2,29	303,10
	262135	1685,40	1446,90	51,17	63,17	54,42	50,98	16,56	1,99	238,50
	262136	1615,30	1310,80	72,76	74,78	60,45	71,55	22,76	1,92	304,50
	262137	1665,10	1433,20	38,70	61,20	57,94	53,49	18,12	2,12	231,90
	262138	1672,30	1404,90	48,60	71,56	63,92	60,40	20,37	2,20	267,40
	262139	1608,20	1365,30	37,03	63,69	61,60	57,02	21,00	2,34	242,90
	262140	1715,80	1371,00	80,63	88,66	72,85	75,72	24,29	2,36	344,80
	262141	1717,40	1467,50	47,97	55,49	62,45	60,71	20,69	2,45	249,90

## Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Saunier deux ans après la construction des ponceaux (2002)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 37 m	262205	1522,70	1417,60	11,20	9,42	9,98	27,76	39,90	6,24	105,10
	262204	1565,50	1344,30	57,73	61,23	35,18	38,31	24,69	3,40	221,20
	262203	1685,20	1396,20	55,36	75,32	70,07	59,70	24,08	3,72	289,00
	262202	1497,00	1411,80	8,57	21,80	22,12	21,13	9,01	2,10	85,20
	262201	1551,00	1383,72	6,98	20,70	30,79	54,30	47,20	6,72	167,28
	262200	1583,80	1452,50	15,31	33,07	24,43	29,62	23,69	4,92	131,30
	262199	1560,90	1409,96	26,41	40,44	31,45	31,32	18,10	3,11	150,94
	262198	1559,30	1463,60	10,31	19,22	23,34	27,47	12,51	2,51	95,70
2 Aval 33 m	262197	1691,20	1330,30	47,11	43,07	41,42	138,44	84,75	5,61	360,90
	262196	1771,30	1310,50	81,03	96,20	82,11	137,45	60,16	3,46	460,80
	262195	1667,60	1411,30	29,79	84,90	69,73	56,10	13,30	2,34	256,30
	262194	1581,50	1381,30	13,65	22,95	28,32	70,29	57,98	6,46	200,20
	262193	1687,40	1344,60	26,29	89,69	89,16	110,20	24,61	2,46	342,80
	262192	1597,60	1409,60	13,75	22,66	27,13	64,34	54,80	5,16	188,00
	262191	1811,50	1285,50	74,89	169,00	115,31	119,03	43,19	3,51	526,00
	262190	1722,80	1365,60	53,98	95,46	96,61	83,48	24,17	3,10	357,20
3 Aval 43 m	262189	1886,10	1176,00	175,02	233,33	153,37	111,13	33,09	3,43	710,10
	262188	1678,90	1370,90	39,80	76,15	69,77	85,42	33,33	3,15	308,00
	262187	1850,20	1217,40	101,47	206,09	152,22	122,92	44,70	4,79	632,80
	262186	1582,00	1356,70	31,85	72,14	48,97	48,61	20,47	2,93	225,30
	262185	1865,60	1288,90	74,60	203,68	134,55	111,62	47,05	4,42	576,70
	262184	1732,10	1379,40	52,73	114,49	84,36	70,21	27,34	3,28	352,70
	262183	1665,20	1190,00	89,20	144,00	96,82	94,88	44,53	4,91	475,20
	262182	1744,50	1241,00	96,71	173,98	114,32	87,35	26,65	3,80	503,50
4 Aval 109 m	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	262180	1726,70	1249,00	88,85	156,07	106,97	83,52	36,94	4,78	477,70
	262179	1731,30	1217,20	93,96	202,72	109,86	70,49	31,99	4,42	514,10
	262178	1726,40	1303,60	120,29	167,88	66,09	42,81	22,03	3,10	422,80
	262177	1865,20	1298,70	121,75	192,88	128,40	86,12	32,50	4,15	566,50
	262176	1684,50	1157,80	115,28	189,40	107,14	75,10	34,50	4,85	526,70
	262175	1879,80	1380,40	130,29	187,05	83,48	58,77	33,65	5,89	499,40
	262174	1900,10	1244,50	204,88	245,14	101,76	63,95	33,40	5,13	655,60
5 Aval 171 m	262173	1709,80	1230,60	127,63	130,15	96,73	83,72	36,50	4,07	479,20
	262172	1782,50	1237,90	113,06	157,74	124,18	102,62	41,69	4,75	544,60
	262171	1588,00	1334,90	36,73	90,55	67,93	43,01	12,84	1,96	253,10
	262170	1731,30	1334,00	87,26	142,66	86,61	55,44	21,71	2,95	397,30
	262169	1456,10	1268,60	39,62	45,55	32,44	42,98	24,04	2,65	187,50
	262168	1805,00	1372,60	86,50	143,63	98,20	69,63	29,86	3,81	432,40
	262167	1671,60	1369,50	62,77	102,28	69,09	45,76	19,14	2,81	302,10
	262166	1554,20	1308,00	52,65	90,37	50,82	33,64	15,99	2,45	246,20

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards trois ans après la construction des ponceaux (2003)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	277208	1542,70	1374,70	44,75	75,81	30,51	12,28	3,40	1,15	167,90
	277209	1478,10	1345,50	36,23	53,08	27,17	11,75	3,15	1,10	132,48
	277210	1525,10	1310,60	82,67	88,27	28,32	10,61	3,11	1,12	214,10
	277211	1442,20	1384,40	4,03	17,55	16,47	13,20	5,14	1,22	57,61
	277212	1535,80	1376,60	65,36	62,35	17,30	9,02	3,68	1,27	158,98
	277213	1566,70	1342,50	84,85	89,38	32,59	12,57	3,52	1,13	224,04
	277214	1580,70	1400,00	32,42	88,62	39,34	15,09	4,00	1,10	180,57
	277215	1397,60	1307,80	18,93	31,25	20,35	13,23	4,87	1,08	89,71
2 Aval 31 m	277216	1634,50	1345,10	77,62	109,29	45,65	30,58	22,97	2,97	289,08
	277217	1762,50	1352,00	108,15	126,43	75,14	55,91	40,35	4,04	410,02
	277218	1697,20	1328,70	142,40	128,63	54,76	25,66	14,36	2,55	368,36
	277219	1711,70	1383,20	74,40	98,49	61,90	50,87	38,69	3,90	328,25
	277220	1718,80	1325,20	85,70	115,77	82,07	63,94	41,43	3,79	392,70
	277221	1617,50	1268,70	78,50	123,93	74,70	43,48	24,79	3,40	348,80
	277222	1648,30	1433,20	12,30	26,31	42,61	71,81	57,40	4,17	214,60
	277223	1773,50	1234,20	152,97	175,93	92,37	64,13	48,67	4,23	538,30
3 Aval 59 m	277224	1585,60	1369,50	30,83	73,43	45,59	33,69	27,72	4,63	215,89
	227225	1647,60	1420,10	19,11	50,24	48,59	54,60	50,27	4,49	227,30
	277226	1637,40	1342,70	34,31	78,75	66,88	61,18	49,02	4,32	294,46
	277227	1650,00	1403,50	20,80	43,78	50,20	69,20	58,07	4,21	246,26
	277228	1708,80	1414,50	34,57	101,77	76,93	49,81	27,22	3,70	294,00
	277229	1646,50	1362,70	37,77	83,35	67,36	50,63	40,21	4,19	283,51
	277230	1664,00	1348,30	49,66	94,36	81,37	57,60	29,13	3,32	315,44
	277231	1667,90	1373,30	70,51	88,91	65,69	43,50	22,75	2,98	294,34
4 Aval 105 m	277232	1594,30	1423,60	25,33	63,87	35,69	24,59	18,28	2,73	170,49
	277233	1661,70	1354,30	64,30	85,01	59,99	49,16	44,69	3,79	306,94
	277234	1562,40	1408,10	6,27	21,66	30,46	43,66	47,64	4,35	154,04
	277235	1564,00	1423,50	17,18	34,88	26,00	29,40	28,99	3,80	140,25
	277236	1711,70	1428,50	35,43	89,05	54,36	48,75	50,40	4,91	282,90
	277237	1684,10	1448,60	30,58	64,41	52,67	42,35	41,11	4,15	235,27
	277238	1620,40	1397,90	26,68	53,44	47,53	44,66	45,62	4,33	222,26
	277239	1696,70	1396,00	25,57	73,65	51,08	66,91	77,03	6,06	300,30

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier trois ans après la construction des ponceaux (2003)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	277000	1427,00	1393,90	7,74	5,60	4,65	6,07	6,76	2,06	32,88
	277001	1482,60	1427,30	12,46	12,82	9,52	8,57	8,64	2,91	54,92
	277002	1418,00	1388,40	8,26	7,63	4,27	3,82	3,59	1,78	29,35
	277003	1429,20	1405,90	7,30	4,68	2,40	3,36	3,84	1,64	23,22
	277004	1470,00	1451,80	6,50	4,02	1,79	1,82	2,34	1,58	18,05
	277005	1470,40	1432,10	12,14	11,99	4,17	3,70	4,23	1,90	38,13
	277006	1484,50	1453,20	7,43	5,64	4,47	5,22	5,96	2,22	30,94
277007	1417,20	1399,10	4,29	2,56	2,28	3,69	3,48	1,57	17,87	
2 Aval 31 m	277008	1410,60	1383,90	8,19	4,92	2,99	4,19	4,27	1,94	26,50
	277009	1483,80	1442,40	7,89	7,64	7,76	9,00	6,38	2,43	41,10
	277010	1445,60	1403,80	12,37	12,84	5,04	4,95	4,42	1,93	41,55
	277011	1429,30	1398,30	10,86	6,19	3,68	3,99	4,00	1,96	30,68
	277012	1472,00	1430,80	7,88	9,60	8,09	7,77	5,67	2,04	41,05
	277013	1426,00	1395,00	8,35	7,39	4,22	4,48	4,25	1,99	30,68
	277014	1481,60	1457,50	8,13	4,21	2,19	3,24	4,16	1,89	23,82
277015	1490,40	1446,20	9,90	10,52	8,25	7,63	5,43	2,23	43,96	
3 Aval 59 m	277016	1467,60	1439,80	8,24	5,37	3,51	4,25	4,22	1,86	27,45
	277017	1457,80	1432,30	8,85	5,24	2,30	2,68	4,04	2,11	25,22
	277018	1413,50	1389,50	5,34	4,25	4,44	4,94	3,19	1,58	23,74
	277019	1406,30	1374,20	8,69	6,16	4,64	6,30	4,30	1,72	31,81
	277020	1422,70	1391,70	7,73	6,81	5,89	5,39	3,37	1,64	30,83
	277021	1420,60	1350,90	9,14	24,83	19,24	10,20	4,49	1,56	69,46
	277022	1437,00	1393,90	9,92	12,97	9,01	4,68	4,27	1,97	42,82
277023	1464,10	1419,30	8,67	6,41	7,41	11,70	8,26	2,13	44,58	
4 Aval 105 m	277024	1437,60	1412,00	8,87	6,16	2,93	2,74	2,87	1,78	25,35
	277025	1448,70	1419,10	5,81	6,33	6,04	5,66	3,51	1,79	29,14
	277026	1412,90	1388,90	9,05	4,77	2,09	2,45	3,51	1,89	23,76
	277027	1461,60	1405,50	10,99	11,34	8,42	10,30	11,66	3,00	55,71
	277028	1437,40	1400,10	8,92	8,51	5,91	6,88	5,17	1,78	37,17
	277029	1428,40	1406,30	9,81	4,47	1,59	1,78	2,60	1,74	21,99
	277030	1471,00	1386,80	18,40	34,87	15,11	9,50	4,20	1,85	83,93
277031	1500,40	1429,30	26,94	23,20	9,20	5,94	3,76	1,87	70,91	
5 Aval 171 m	277032	1518,10	1356,40	52,36	83,94	15,12	5,23	3,07	1,75	161,47
	277033	1471,20	1390,40	17,51	32,46	14,54	8,93	5,12	2,02	80,58
	277034	1535,80	1390,30	45,54	64,89	16,95	9,14	6,08	2,61	145,21
	277035	1456,90	1393,50	15,23	23,69	10,60	6,35	4,86	2,40	63,13
	277036	1474,00	1390,50	21,55	31,15	14,69	8,38	5,24	2,22	83,23
	277037	1555,90	1461,00	35,75	33,30	11,39	7,22	4,65	2,30	94,61
	277038	1477,60	1387,50	29,51	32,84	13,43	7,58	4,31	1,90	89,57
	277039	1539,60	1397,30	51,81	60,29	12,92	6,27	8,50	1,97	141,76

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Roza trois ans après la construction des ponceaux (2003)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 106 m	277088	1433,90	1392,60	5,06	3,57	5,06	14,91	10,60	1,89	41,09
	277089	1424,70	1395,20	3,36	2,98	3,33	10,29	7,31	1,86	29,13
	277090	1408,40	1385,80	2,69	3,14	3,77	6,93	4,30	1,52	22,35
	277091	1444,50	1407,20	5,11	3,74	5,44	12,48	8,31	2,01	37,09
	277092	1462,20	1410,80	7,30	6,10	6,33	15,78	12,91	2,73	51,15
	277093	1486,30	1438,90	13,06	13,45	7,08	6,70	4,86	2,02	47,17
	277094	1406,10	1377,70	4,06	4,39	4,18	8,73	5,24	1,67	28,27
	277095	1481,40	1393,30	33,99	22,65	12,70	11,83	4,71	1,94	87,82
3 Aval 65 m	277096	1433,00	1325,00	20,46	24,67	23,65	29,16	8,16	1,77	107,87
	277097	1520,70	1335,30	43,47	37,76	35,97	47,15	18,34	2,35	185,04
	277098	1436,50	1353,60	10,16	16,13	20,05	25,54	8,95	1,76	82,59
	277099	1532,30	1384,90	26,15	28,20	31,61	43,23	15,49	2,36	147,04
	277100	1619,30	1397,20	59,77	64,10	34,97	42,52	17,84	2,66	221,86
	277101	1496,80	1308,80	58,69	47,60	24,24	34,61	19,38	3,17	187,69
	277102	1474,20	1340,90	27,99	34,17	23,75	31,40	13,62	2,02	132,95
	277103	1409,90	1339,10	16,14	16,94	12,15	17,15	6,94	1,49	70,81
4 Aval 111 m	277104	1473,80	1409,70	7,10	14,72	16,70	17,38	6,07	1,80	63,77
	277105	1454,70	1380,00	10,66	21,03	20,00	14,43	6,49	1,72	74,33
	277106	1481,40	1425,00	6,69	6,70	8,80	18,30	13,22	2,36	56,07
	277107	1440,90	1386,00	9,63	16,33	10,98	11,13	4,88	1,69	54,64
	277108	1450,90	1375,30	6,85	16,23	18,90	21,35	9,94	2,10	75,37
	277109	1397,90	1345,40	14,85	21,15	7,51	4,76	2,67	1,37	52,31
	277110	1495,60	1433,20	12,27	16,86	13,08	12,24	5,45	2,20	62,10
	277111	1458,30	1422,00	6,60	7,04	6,90	8,48	5,28	1,79	36,09
5 Aval 200 m	277112	1569,00	1353,90	29,40	49,94	61,15	54,43	16,79	2,84	214,55
	277113	1593,20	1349,90	49,49	42,48	47,83	70,15	29,25	3,76	242,96
	277114	1569,00	1409,30	16,84	31,61	32,15	54,69	21,88	2,29	159,46
	277115	1636,10	1359,50	71,67	52,01	48,41	69,37	31,17	3,27	275,90
	277116	1603,10	1405,90	38,75	35,63	47,05	53,71	19,14	2,59	196,87
	277117	1552,10	1356,80	31,81	45,42	43,60	56,96	15,51	2,00	195,30
	277118	1562,10	1354,40	49,15	42,19	49,68	47,35	16,28	2,48	207,13
	277119	1544,50	1284,50	55,84	76,50	56,43	51,33	17,38	2,25	259,73



### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Saunier trois ans après la construction des ponceaux (2003)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	277040	1563,60	1397,20	13,35	56,80	43,68	38,62	11,74	2,07	166,26
	277041	1533,90	1345,00	49,74	45,52	33,53	37,67	19,45	2,75	188,66
	277042	1576,30	1425,00	12,67	28,18	27,93	41,44	35,53	5,25	151,00
	277043	1432,60	1377,40	5,58	11,65	7,00	13,86	14,41	2,47	54,97
	277044	1496,80	1418,80	6,45	7,88	7,84	17,32	31,82	6,32	77,63
	277045	1506,20	1380,50	29,20	45,06	17,43	14,81	15,13	3,64	125,27
	277046	1517,40	1356,80	22,72	49,96	35,69	32,70	16,50	2,74	160,31
	277047	1637,90	1409,30	36,90	69,65	62,72	41,34	14,63	2,88	228,12
2 Aval 31 m	277048	1519,50	1331,30	18,87	70,62	54,66	33,17	8,42	2,27	188,01
	277049	1616,20	1320,40	61,62	68,67	43,80	78,29	39,95	3,19	295,52
	277050	1529,90	1393,40	7,66	9,81	16,51	49,66	45,92	6,65	136,21
	277051	1469,50	1330,50	23,30	30,88	16,55	32,38	30,03	5,62	138,76
	277052	1690,60	1360,60	25,76	90,43	95,87	88,01	26,70	2,96	329,73
	277053	1505,90	1370,40	24,39	25,58	19,15	36,63	25,36	4,14	135,25
	277054	1736,50	1408,30	70,62	127,10	59,33	45,94	21,53	3,46	327,98
	277055	1573,10	1316,10	30,18	89,32	76,34	42,03	15,68	3,19	256,74
3 Aval 59 m	277056	1755,00	1345,50	66,02	122,88	106,51	83,26	27,27	3,36	409,30
	277057	1601,80	1391,30	59,59	65,59	35,22	31,38	15,30	3,14	210,22
	277058	1716,30	1417,30	41,93	98,42	76,74	54,98	22,69	3,93	298,69
	277059	1563,80	1387,90	26,53	71,11	34,59	29,20	12,03	2,22	175,68
	277060	1776,60	1416,20	73,18	128,56	83,30	52,87	18,98	3,26	360,15
	277061	1711,70	1395,50	63,78	102,47	74,11	51,85	20,62	3,15	315,98
	277062	1605,40	1410,80	36,64	78,82	42,81	25,58	8,45	2,07	194,37
	277063	1655,30	1368,20	39,91	94,73	74,20	56,58	18,19	3,23	286,84
4 Aval 105 m	277064	1756,90	1390,40	72,96	131,42	87,18	52,26	19,43	2,94	366,19
	277065	1723,40	1305,00	116,30	177,81	75,24	32,84	13,26	2,64	418,09
	277066	1752,80	1349,00	99,31	169,29	77,04	38,49	16,05	3,27	403,45
	277067	1571,30	1388,40	41,00	60,90	30,98	24,99	19,75	4,98	182,60
	277068	1803,00	1349,40	129,03	182,83	79,50	40,48	18,11	3,38	453,33
	277069	1608,10	1356,40	25,65	88,07	75,31	43,65	15,36	3,44	251,48
	277070	1590,50	1390,20	39,12	80,80	45,24	22,46	9,43	2,99	200,04
	277071	1765,80	1368,10	146,72	153,74	49,82	26,73	16,03	4,29	397,33
5 Aval 171 m	277072	1463,70	1366,00	27,06	41,74	13,10	7,68	5,44	2,58	97,60
	277073	1550,80	1354,30	27,68	69,46	47,07	33,69	15,25	2,99	196,14
	277074	1479,20	1343,40	24,89	54,57	31,30	16,66	6,12	2,01	135,55
	277075	1521,00	1358,00	26,74	60,83	38,47	24,29	9,92	2,28	162,53
	277076	1516,20	1373,10	19,46	54,70	35,04	21,91	9,67	2,14	142,92
	277077	1623,40	1394,40	43,57	82,49	58,29	28,73	12,87	2,81	228,76
	277078	1646,90	1410,10	39,47	71,57	69,01	39,25	14,62	2,78	236,70
	277079	1495,40	1377,30	28,24	44,14	14,78	14,32	13,57	2,83	117,88

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards quatre ans après la construction des ponceaux (2004)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	305409	1538,10	1449,90	8,50	24,80	26,86	19,34	6,63	1,59	87,72
	305410	1631,10	1386,20	69,00	96,10	51,90	21,73	4,71	1,53	244,97
	305411	1408,50	1359,60	4,60	13,83	16,24	10,40	2,60	1,09	48,76
	305412	1412,70	1374,40	5,80	13,51	8,96	6,56	2,20	1,12	38,15
	305413	1542,70	1397,10	38,00	46,90	30,30	22,37	6,10	1,39	145,06
	305414	1477,10	1335,60	26,60	56,01	37,95	16,23	3,11	1,38	141,28
	305415	1581,00	1390,00	59,00	64,61	42,87	19,68	3,21	1,18	190,55
	305416	1432,70	1406,10	3,20	8,28	4,88	5,72	2,92	1,08	26,08
2 Aval 31 m	305417	1735,70	1354,10	127,20	98,38	63,21	57,29	31,06	3,56	380,70
	305418	1649,80	1385,20	73,00	89,13	46,96	34,38	18,32	2,81	264,60
	305419	1533,80	1300,20	41,30	62,63	43,20	47,47	35,27	3,41	233,28
	305420	1645,70	1403,90	52,00	77,09	54,48	36,69	18,46	2,99	241,71
	305421	1673,20	1353,30	46,40	82,62	70,43	72,93	42,71	3,96	319,05
	305422	1779,50	1407,30	77,30	80,16	48,84	81,53	78,39	5,37	371,59
	305423	1615,30	1297,00	11,00	35,13	58,81	118,17	90,03	4,72	317,86
	305424	1581,70	1391,10	48,00	69,54	38,53	22,14	10,02	2,07	190,30
3 Aval 59 m	305425	1561,30	1279,70	64,00	94,02	56,39	43,82	20,41	2,40	281,04
	305426	1549,10	1338,60	15,60	53,52	52,19	53,70	32,39	2,65	210,05
	305427	1600,70	1391,50	26,60	54,26	43,84	45,04	35,57	3,12	208,43
	305428	1679,00	1404,30	21,80	43,54	52,38	82,71	69,24	4,27	273,94
	305429	1584,50	1341,00	62,40	98,46	45,29	23,39	11,47	1,99	243,00
	305430	1592,10	1373,30	22,00	77,73	58,81	38,42	19,60	2,31	218,87
	305431	1718,20	1397,70	65,36	116,45	72,13	42,40	21,50	2,62	320,46
	305432	1621,90	1407,40	17,54	66,46	56,03	43,79	27,23	3,27	214,32
4 Aval 105 m	305433	1676,20	1413,60	10,55	76,55	58,52	50,97	60,91	4,94	262,44
	305434	1769,50	1352,30	101,16	157,84	78,78	47,57	28,18	3,07	416,60
	305435	1578,30	1445,70	8,79	15,03	16,84	34,00	52,97	4,64	132,27
	305436	1583,00	1441,70	7,59	36,21	31,50	29,63	32,06	4,12	141,11
	305437	1705,00	1440,00	55,60	88,10	45,49	32,57	39,62	3,44	264,82
	305438	1665,90	1434,30	17,07	30,53	36,48	66,11	75,21	5,91	231,31
	305439	1552,40	1412,90	5,83	16,75	24,63	38,76	49,16	4,17	139,30
	305440	1710,70	1474,90	11,82	51,07	46,67	59,70	60,84	5,56	235,66

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier quatre ans après la construction des ponceaux (2004)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	305361	1539,40	1449,50	16,90	21,38	14,05	17,29	16,68	3,56	89,86
	305362	1461,80	1426,60	5,80	4,24	3,67	10,01	9,43	1,98	35,13
	305363	1468,60	1423,00	13,80	16,41	4,19	4,79	4,57	1,61	45,37
	305364	1587,00	1446,90	57,90	33,11	16,40	15,07	13,93	3,45	139,86
	305365	1516,70	1432,50	25,50	26,73	10,24	10,01	9,13	2,43	84,04
	305366	1521,10	1481,30	6,50	5,19	4,21	10,79	10,62	2,26	39,57
	305367	1459,40	1400,40	13,90	17,64	9,56	8,77	6,99	1,88	58,74
	305368	1523,50	1490,70	6,10	4,69	2,45	7,20	9,94	1,91	32,29
2	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Aval 31 m	305370	1601,80	1373,60	32,10	66,45	64,84	42,81	18,31	3,27	227,78
	305371	1690,90	1357,70	61,80	111,93	79,85	62,71	13,76	2,61	332,66
	305372	1489,20	1312,10	33,34	51,32	43,28	38,35	8,85	1,95	177,09
	305373	1816,50	1379,00	78,70	134,83	106,75	92,82	20,26	3,20	436,56
	305374	1483,60	1385,30	10,10	20,67	28,46	22,30	13,37	3,03	97,93
	305375	1706,90	1515,30	25,40	43,26	50,51	49,37	19,20	3,34	191,08
	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	3	305377	1584,40	1380,00	66,00	54,32	38,17	31,82	11,61	2,13
Aval 59 m	305378	1643,10	1367,20	51,10	89,27	64,67	47,96	19,59	2,89	275,48
	305379	1505,10	1415,30	8,00	16,96	23,59	27,73	10,93	2,17	89,38
	305380	1530,70	1354,40	32,70	43,45	40,17	40,45	16,81	2,69	176,27
	305381	1611,20	1387,80	60,50	63,66	37,99	36,76	20,95	3,22	223,08
	305382	1597,10	1347,70	61,20	80,05	57,59	35,51	12,53	2,29	249,17
	305383	1504,40	1397,50	8,70	34,19	29,49	23,27	9,38	1,82	106,85
	305384	1519,10	1366,90	28,10	47,66	33,33	29,94	10,56	1,94	151,53
	4	305385	1500,30	1308,40	43,30	62,99	42,74	25,76	13,40	3,40
Aval 105 m	305386	1580,80	1442,40	14,80	27,41	35,77	38,41	17,79	3,51	137,69
	305387	1557,60	1403,90	34,20	31,02	35,12	32,87	16,95	3,39	153,55
	305388	1524,70	1368,50	40,30	33,04	28,69	33,78	16,63	3,14	155,58
	305389	1558,40	1494,80	9,60	16,96	16,74	10,97	6,49	2,44	63,20
	305390	1544,80	1379,80	49,10	50,53	28,25	23,57	10,11	2,67	164,23
	305391	1544,80	1399,00	33,10	29,56	27,88	32,53	18,40	3,80	145,27
	305392	1548,90	1390,20	45,90	33,25	32,67	32,16	11,92	2,63	158,53
	5	305393	1687,80	1365,00	123,50	126,64	40,46	19,07	10,19	2,45
Aval 171 m	305394	1576,50	1347,00	72,60	93,13	33,30	18,32	9,58	2,29	229,22
	305395	1510,50	1330,20	42,90	66,45	36,12	22,93	9,15	2,31	179,86
	305396	1666,90	1419,00	71,50	98,79	39,45	23,70	11,57	2,51	247,52
	305397	1559,50	1401,50	47,30	65,76	22,29	12,24	8,01	2,33	157,93
	305398	1567,60	1414,00	43,00	55,49	25,51	16,82	9,98	2,49	153,29
	305399	1592,70	1385,40	51,20	82,24	38,05	23,45	9,61	2,18	206,73
	305400	1645,70	1370,90	100,40	113,75	32,59	17,44	7,70	2,16	274,04

### Sédiments accumulés dans les collecteurs de la rivière aux Canards cinq ans après la construction des ponceaux (2005)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)						Sédiments totaux (g)	
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075		≤ 0,075
1	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Amont 32 m	220321	1569,30	1342,60	71,89	87,30	44,21	17,35	4,26	1,09	226,10
	220322	1549,70	1335,50	83,26	82,35	30,80	12,79	3,52	1,21	213,93
	220323	1604,10	1417,40	35,08	77,05	44,07	23,58	5,74	1,06	186,58
	220324	1519,20	1342,60	77,20	61,01	22,21	11,39	3,42	1,09	176,32
	220325	1599,30	1391,10	49,55	89,50	46,25	17,78	3,61	1,21	207,90
	220326	1679,70	1385,00	73,01	136,38	58,07	21,12	4,56	1,39	294,53
	220327	1673,60	1366,10	111,18	123,77	46,43	19,86	4,85	1,18	307,27
2	220328	1774,20	1423,10	150,00	114,52	41,21	27,00	15,81	2,52	351,06
Aval	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
31 m	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	220331	1672,40	1327,40	108,00	87,03	53,59	48,99	42,26	4,83	344,70
	220332	1705,90	1303,40	113,30	111,86	70,14	61,37	40,90	4,56	402,13
	220333	1838,70	1299,20	183,10	206,24	73,99	45,49	27,26	3,08	539,16
	220334	1755,70	1385,60	71,80	91,11	86,91	74,56	40,80	4,47	369,65
	220335	1697,30	1310,80	143,90	97,54	47,52	49,51	43,30	4,40	386,17
	3	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--
Aval	220337	1658,70	1436,30	45,80	66,60	42,54	40,83	23,76	2,62	222,15
59 m	220338	1663,70	1399,10	81,80	93,81	44,28	28,78	13,67	1,86	264,20
	220339	1930,90	1266,50	160,30	263,60	133,81	72,53	29,42	3,68	663,34
	220340	1727,00	1387,90	76,80	127,53	68,99	43,14	19,48	2,74	338,68
	220341	1723,60	1372,50	85,40	94,96	65,31	66,17	35,63	3,26	350,73
	220342	1796,00	1251,20	131,60	189,00	113,20	71,93	34,31	4,36	544,40
	220343	1826,90	1403,30	105,30	153,42	80,14	52,00	28,68	3,85	423,39
	4	220344	1816,60	1383,20	76,10	155,29	101,62	64,90	31,48	3,41
Aval	220345	1729,90	1414,60	53,30	113,38	72,29	43,83	28,73	3,51	315,04
105 m	220346	1602,70	1360,10	50,17	58,31	53,21	44,48	32,15	3,94	242,26
	220347	1524,00	1317,00	32,91	61,47	54,62	34,37	20,90	2,71	206,98
	220348	1656,90	1364,60	49,54	97,47	63,19	46,18	32,27	3,31	291,96
	220349	1700,00	1397,20	46,70	82,53	71,31	59,44	39,04	3,35	302,37
	220350	1589,00	1336,10	14,68	58,09	64,31	64,35	47,04	4,34	252,81
	perdu	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Sédiments accumulés dans les collecteurs du ruisseau Bernier cinq ans après la construction des ponceaux (2005)

Bief	Échant.	Gravier et sédiments	Masse des sédiments (g) par classes de taille (mm)							Sédiments totaux (g)
			> 5	≤ 5 > 2	≤ 2 > 0,85	≤ 0,85 > 0,50	≤ 0,50 > 0,25	≤ 0,25 > 0,075	≤ 0,075	
1 Amont 32 m	220385	1512,30	1462,80	5,38	5,59	6,53	16,43	13,35	2,12	49,40
	220386	1558,30	1462,10	15,69	17,52	14,15	26,26	19,54	2,87	96,03
	220387	1628,90	1437,40	81,49	45,19	17,75	22,91	20,18	3,74	191,26
	220388	1538,90	1458,00	18,10	30,26	12,13	10,26	8,01	1,89	80,65
	220389	1551,00	1496,4	8,00	7,80	7,92	15,61	12,88	2,24	54,45
	220390	1531,60	1470,20	5,62	7,30	8,78	20,14	16,36	2,81	61,01
	220391	1499,00	1433,20	17,24	19,67	7,40	9,94	9,21	2,16	65,62
	220392	1506,50	1448,90	16,85	18,80	5,53	7,18	7,28	1,82	57,46
2 Aval 31 m	220393	1473,20	1365,40	10,95	29,09	27,41	21,16	15,75	3,29	107,65
	220394	1692,00	1400,60	71,86	102,39	57,16	42,09	14,65	3,05	291,20
	220395	1466,70	1301,9	21,49	65,48	38,08	23,55	12,99	2,87	164,46
	220396	1529,60	1353,70	28,90	68,72	36,97	26,04	11,80	3,24	175,67
	220397	1554,50	1330,80	47,30	88,21	45,32	28,19	11,59	2,86	223,47
	220398	1445,70	1380,20	9,27	12,73	11,82	13,57	15,04	2,92	65,35
	220399	1383,80	1270,10	13,11	30,99	27,71	23,59	14,78	3,38	113,56
	220400	1600,00	1346,70	33,14	91,60	60,51	44,84	18,08	4,89	253,06
3 Aval 59 m	220401	1622,00	1397,10	104,22	64,70	25,56	15,25	12,15	2,78	224,66
	220402	1653,20	1365,10	101,17	94,90	44,37	25,71	18,66	2,99	287,80
	220403	1608,20	1416,70	52,89	58,87	40,42	25,33	10,18	3,66	191,35
	220404	1494,90	1342,20	21,98	36,96	41,87	35,32	13,23	3,28	152,64
	220405	1456,60	1370,60	18,51	37,83	10,09	9,62	7,45	1,98	85,48
	22,406	1545,90	1361,10	40,01	71,13	41,32	19,18	10,31	2,63	184,58
	220407	1531,90	1420,60	19,72	50,04	23,95	10,32	5,56	1,67	111,26
	220408	1573,20	1430,40	30,97	42,56	34,81	22,61	9,32	2,28	142,55
4 Aval 105 m	220409	1566,80	1403,20	30,41	67,03	37,68	16,47	9,11	2,77	163,47
	220410	1592,70	1398,40	26,02	64,55	48,83	34,69	16,46	3,57	194,12
	220411	1618,60	1456,7	38,51	35,74	35,39	35,23	12,34	4,43	161,64
	220412	1551,70	1442,30	21,22	23,83	20,62	25,89	14,72	3,07	109,35
	220413	1584,40	1444,80	19,04	53,18	36,79	18,40	9,34	2,66	139,41
	220414	1675,70	1397,80	121,95	87,98	28,60	21,79	12,43	4,88	277,63
	220415	1472,50	1389,20	10,55	19,29	17,98	18,81	12,89	3,62	83,14
	220416	1549,10	1443,90	14,88	20,13	26,37	29,08	11,33	3,03	104,82
5 Aval 171 m	220417	1596,10	1420,50	41,76	72,27	29,81	17,36	11,30	2,96	175,46
	220418	1558,20	1321,20	44,75	122,77	35,14	19,48	7,88	6,47	236,49
	220419	1579,10	1403,50	29,37	61,21	39,24	27,47	14,91	3,33	175,53
	220420	1632,30	1404,0	60,63	86,98	43,61	25,11	8,79	2,77	227,89
	220421	1565,80	1382,50	77,09	71,25	17,55	8,42	6,21	2,38	182,90
	220422	1707,40	1402,00	92,93	116,32	50,19	30,07	9,94	5,61	305,06
	220423	1640,900	1407,60	55,61	88,71	47,23	29,08	9,48	3,10	233,21
	220424	1698,70	1397,0	109,05	114,37	40,19	21,94	12,43	3,27	301,25



## Annexe D Résultats du dosage de la matière organique

Cours d'eau	Bief	Matière organique (g/kg) dans les sous-échantillons					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Aubé <sup>a</sup>	1	-	169,0	29,0	103,0	-	-
		-	190,0	28,1	111,0	-	-
		-	155,0	27,4	84,0	-	-
	2	-	166,0	29,0	28,0	-	-
		-	129,0	28,1	27,0	-	-
		-	140,0	32,2	30,0	-	-
	3	-	106,0	29,7	64,0	-	-
		-	87,7	30,0	65,0	-	-
		-	79,8	29,0	58,0	-	-
	4	-	22,9	30,4	38,0	-	-
		-	23,6	29,4	34,0	-	-
		-	22,3	30,3	39,0	-	-
Aux Canards	1	324,0	23,6	31,4	14,0	30,0	17,0
		397,0	23,6	27,4	18,0	24,0	17,0
		336,0	23,8	26,7	14,0	30,0	20,0
	2	32,3	11,0	15,5	10,0	16,0	11,0
		27,5	11,2	14,7	10,0	16,0	11,0
		26,8	11,0	14,8	9,0	17,0	11,0
	3	64,2	11,2	16,4	15,0	14,0	12,0
		69,4	11,5	16,0	14,0	16,0	10,0
		52,8	11,2	16,9	17,0	16,0	11,0
	4	121,0	13,0	26,5	17,0	19,0	13,0
		122,7	13,2	19,0	18,0	29,0	13,0
		126,2	13,8	21,2	19,0	22,0	13,0
Bernier	1	122,1	38,2	78,3	210,0	81,0	62,0
		137,7	36,9	83,4	150,0	81,0	72,0
		163,8	37,2	75,3	199,0	98,0	62,0
	2	39,4	45,1	24,0	214,0	36,0	34,0
		44,2	44,6	21,9	215,0	28,0	30,0
		37,5	45,6	27,1	187,0	27,0	36,0
	3	38,9	113,3	55,9	187,0	29,0	33,0
		38,5	117,9	50,3	154,0	34,0	34,0
		47,1	113,4	49,5	159,0	30,0	35,0
	4	84,5	18,7	36,5	108,0	81,0	38,0
		79,2	17,4	37,2	136,0	72,0	44,0
		86,9	17,3	31,7	137,0	58,0	39,0
5	S.O. <sup>b</sup>	S.O.	S.O.	53,0	30,0	34,0	
	S.O.	S.O.	S.O.	51,0	27,0	30,0	
	S.O.	S.O.	S.O.	61,0	28,0	33,0	

Cours d'eau	Bief	Matière organique (g/kg) dans les sous-échantillons					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Roza <sup>c</sup>	1	137,9	26,3	24,0	124,0	-	-
		149,7	23,8	25,5	116,0	-	-
		144,9	25,0	25,9	110,0	-	-
	2	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	-	-
		S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	-	-
		S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	-	-
	3	63,7	19,3	22,9	48,0	-	-
		65,7	18,9	22,1	39,0	-	-
		67,5	18,3	23,3	38,0	-	-
	4	103,6	20,1	26,0	89,0	-	-
		111,1	20,0	27,2	63,0	-	-
		114,5	20,5	25,5	70,0	-	-
	5	S.O.	S.O.	22,1	29,0	-	-
		S.O.	S.O.	21,4	32,0	-	-
		S.O.	S.O.	21,0	27,0	-	-
Saunier <sup>c</sup>	1	56,3	41,7	48,4	38,0	-	-
		68,0	44,6	47,9	50,0	-	-
		46,1	41,3	50,0	43,0	-	-
	2	49,2	23,0	16,6	25,0	-	-
		42,5	22,8	16,2	24,0	-	-
		42,7	22,7	16,9	26,0	-	-
	3	29,3	12,4	11,7	18,0	-	-
		34,6	18,9	12,6	16,0	-	-
		30,9	18,2	11,7	19,0	-	-
	4	33,8	17,8	14,5	19,0	-	-
		36,6	18,5	15,2	15,0	-	-
		28,0	18,7	13,4	18,0	-	-
	5	56,1	25,4	15,0	22,0	-	-
		69,9	24,6	14,7	21,0	-	-
		56,5	24,0	14,5	23,0	-	-

a. Il n'y a pas eu d'échantillonnage de sédiments dans ce cours d'eau en 2000, 2004 et 2005.

b. S.O. : sans objet; ce bief n'existe pas dans ce cours d'eau.

c. Il n'y a pas eu d'échantillonnage de sédiments dans ce cours d'eau en 2004 et 2005.



## Bibliographie

- ALBERTA ENVIRONMENT, 2000 (révisé en avril 2001). « Guide to the Code of Practice for Water Crossing, Including Guidelines for Complying with the Code of Practice », *Alberta Environment*, [en ligne], Government of Alberta, 29 p., [[www3.gov.ab.ca/env/water/Legislation/CoP/watercourseguide.pdf](http://www3.gov.ab.ca/env/water/Legislation/CoP/watercourseguide.pdf)] (consulté le 26 septembre 2005).
- ALEXANDER, G. R. et E. A. HANSEN, 1983. « Sand Sediment in a Michigan Trout Stream : Part II Effects of Reducing Sand Bedload on a Trout Population », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 3, p. 365-372.
- ALEXANDER, G. R. et E. A. HANSEN, 1986. « Sand Bedload in a Brook Trout Stream », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 6, p. 9-23.
- 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.
- AVERY, E. L., 1996. « Evaluation of Sediment Traps and Artificial Gravel Riffles Constructed to Improve Reproduction of Trout in Three Wisconsin Streams », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 16, p. 282-293.
- BIO INNOVE INC., 2005. *Sédibac : un produit Bio Innove inc.*, [en ligne], [[www.bio-innove.ca](http://www.bio-innove.ca)] (consulté en novembre 2005).
- BUNTE, K. et S. R. ABT, 2001. *Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distributions in Wadable Gravel and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics and Streambed Monitoring*, Fort Collins, CO, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-74, 428 p.
- CARLINE, R. F., 1980. « Features of Successful Spawning Site Development for Brook Trout in Wisconsin Ponds », *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 109, p. 453-457.
- CARTER, M. R., 1993. *Soil Sampling and Methods of Analysis*, Boca Raton, Lewis Publishers, Martin R. Carter ed. for Canadian Society of Soil Science, 823 p.
- CASTRO, J. et F. RECKENDORF, 1995. « Effects of Sediment on the Aquatic Environment : Potential NRCS Action to Improve Aquatic Habitat », RCA Working Paper N° 6, *RCA Publications archives*, [en ligne], NRCS, USDA, [[www.nrcs.usda.gov/technical/land/pubs/wp06text.html](http://www.nrcs.usda.gov/technical/land/pubs/wp06text.html)] (consulté le 2 août 2006).
- 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.
- CHAPMAN, D. W., 1988. « Critical Review of Variables Used to Define Effects of Fines in Redds of Large Salmonids », *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 117, p. 1-21.

- CLARKE, K. D. et D. A. SCRUTON, 1997. « Use of the Wesche Method to Evaluate Fine Sediment Dynamics in Small Boreal Forest Headwater Streams », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 17, p. 188-193.
- CLARKE, K. D., D. A. SCRUTON et J. H. McCarthy, 1998. « The effect of logging and road construction on fine sediment accumulation in streams of the Copper Lake watershed, Newfoundland, Canada : initial observations », dans M. K. Brewin and D. M. A. Monita, tech. Cords, *Forest-fish conference : land management practices affecting aquatic ecosystems, Proc. Forest-Fish Conf. May 1-4, 1996, Calgary, Alberta, Edmonton, Alberta, Nat. Resourc. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Inf. Rep. NOR-X-356*, p. 353-360.
- CLEARY, J., 2006. Communication personnelle, Calgary, Government of Alberta, Sustainable Resource Development, Lands - Forest Operations.
- CRISP, D.T., 1993. The Ability of U.K, « Salmonid Alevins to Emerge Through a Sand Layer », *Journal of Fisheries Biology*, vol. 43, p. 656-658.
- CUMMINS, K. W. et M. A. WILZBACH, 2005. « The Inadequacy of Fish-bearing Criterion for Stream Management », *Aquatic Sciences*, 67 (4), p. 486-491.
- DELISLE, S. et R. DOSTIE, 1998. *Méthodologie de suivi des ponceaux : formulaire de caractérisation*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, 17 p.
- DELISLE, S. et M. DUBÉ, 2003. *L'impact des ponceaux sur le milieu aquatique forestier : un nouvel outil de mesure*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, adapté de l'article paru dans *Info Forêt*, no 69 (avril 2001), 2 p.
- DELISLE, S., M. DUBÉ et S. LACHANCE, 2004. *L'impact des ponceaux aménagés conformément au RNI et aux saines pratiques de voirie forestière sur les frayères à omble de fontaine*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Direction de la recherche sur la faune, 20 p.
- DUBÉ, M., R. DOSTIE, G. PARENT et J.-P. JETTÉ, 1999. *Diagnostic des problèmes causant l'introduction de sédiments dans le bassin versant de la branche du lac de la Rivière Cascapédia : suivi du réseau routier et des sentiers de débardage*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, 63 p. (non publié).
- DUBÉ, M., S. LACHANCE et S. DELISLE, 2001. *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 : rapport d'étape 2000*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et Société de la faune et des parcs du Québec, 47 p.
- DULUDE P. et A. VALLIÈRES, 1992. Données non publiées, gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.
- EVANS, D., 2006. Communication personnelle. Calgary, Alberta, Pêches et océans Canada, Région du Centre et de l'Arctique.

- FISHERIES AND OCEANS CANADA et MANITOBA NATURAL RESOURCES, 1996. *Manitoba Stream Crossing Guidelines for the Protection of Fish and Fish Habitat*, Government of Canada et Government of Manitoba, 53 p.
- FRASER, J. M., 1985. « Shoal Spawning of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, in a Precambrian Shield Lake », *Le Naturaliste Canadien*, 112 (2), p. 163-174.
- GAYRAUD, S., E. HÉROUIN et M. PHILIPPE, 2002. « Colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés », *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, vol. 365/366, p. 339-355.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1996. « Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État », 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.
- GUCINSKI, H., M. J. FURNISS, R. R. ZIEMER et M. H. BROOKES, 2000. *Forest Roads: A Synthesis of Scientific Information*, SW Washington, DC, USDA Forest Service, 117 p.
- HAUSLE, D. A. et D. W. COBLE, 1976. « Influence of Sand in Redds on Survival and Emergence of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) », *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 1, p. 57-63.
- 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.
- KNAPP, R. A. et V. T. VREDENBURG, 1996. « A Field Comparison of the Substrate Composition of California Golden Trout Redds Sampled with Two Devices », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 16, p. 674-681.
- KONDOLF, G. M., 2000. « Assessing Salmonid Spawning Gravel Quality », *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 129, p. 262-281.
- KREUTZWEISER, D. P. et S. S. Capell. 2001. « Fine Sediment Deposition in Streams After Selective Forest Harvesting Without Riparian Buffers », *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 31, p. 2134-2142.
- LACHANCE, S., et M. DUBÉ, 2004. « A New Tool for Measuring Sediment Accumulation with Minimal Loss of Fines », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 24, p. 303-310.
- LACHANCE, S., M. DUBÉ, R. DOSTIE et P. BÉRUBÉ, en préparation. « Temporal and Spatial Quantification of Fine Sediment Accumulation Downstream of Culvert in Brook Trout Habitat », accepté pour publication dans *Transactions of the American Fisheries Society*.

- LANE, P. N. J. et G. J. SHERIDAN, 2002. « Impact of Unsealed Forest Road Stream Crossing : Water Quality and Sediment Sources », *Hydrological Processes*, vol. 16, p. 2599-2612.
- LANGÉVIN, R., H. L'ÉCUYER, N. LAFONTAINE et R. PARÉ, 2006. *Méthodologie d'évaluation des cas d'érosion du réseau routier dans les forêts aménagées du Québec*, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier, 17 p.
- LILJANIEMI, P., K. M. VUORI, B. ILYASHUK et H. LUOTONEN, 2002. « Habitat Characteristics and Macroinvertebrate Assemblages in Boreal Forest Streams : Relations to Catchment Silvicultural Activities », *Hydrobiologia*, vol. 474, p. 239-251.
- 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.
- LOWE, W. H., K. H. NISLOW et D. T. BOLGER, 2004. « Stage Specific and Interactive Effects of Sedimentation and Trout on Salamanders », *Ecological Applications*, 14 (1), p. 164-172.
- MARIDET, L., 1994. *La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau : influence sur les communautés benthiques et hyporhéiques et sur les peuplements de poissons dans trois cours d'eau du Massif Central*, thèse présentée devant l'Université Claude Bernard-Lyon I pour l'obtention du Diplôme de doctorat (arrêté du 30.3.92), n° d'ordre 79-94, 117 p.
- MARIDET, L., M. PHILIPPE, J. G. WASSON et J. MATHIEU, 1997. « Seasonal Dynamics and Storage of Particulate Organic Matter within Bed Sediment of Three Streams with Contrasted Riparian Vegetation and Morphology », dans Gibert, J., J. Mathieu, et F. Fournier (eds), *UNESCO Internat., Hydrological Series*, Cambridge University Press, p. 68-74.
- 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), 2005. *Objectifs de protection et de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Plans généraux d'aménagement forestier 2007-2012 : document de mise en œuvre*, Québec, gouvernement du Québec, code de diffusion 2004-3041, 57 p.
- MORING, J. R., 1982. « Decrease in Stream Gravel Permeability after Clear-cut Logging: An Indication of Intragravel Conditions for Developing Salmonid Eggs and Fry », *Hydrobiologia*, vol. 88, p. 295-298.
- NEWCOMBE, C. P. et D. D. MACDONALD, 1991. « Effects of Suspended Sediment on Aquatic Ecosystems », *North American Journal of Fisheries Management.*, vol. 11, p. 72-82.

- PARTINGTON, M., 2003. *Évaluation de la mise en application de « saines pratiques d'aménagement » en Gaspésie : sommaire du projet*, Montréal, Institut canadien de recherches en génie forestier (FERIC) pour le ministère des Ressources naturelles du Québec, R1-2002-04-17, 11 p.
- PETERSON, R. H. et J. L. METCALFE, 1981. *Emergence of Atlantic Salmon Fry From Gravels of Varying Composition : A Laboratory Study*, Can. tech. Rep. Fish. aquat. Sci. N 1020, 15 p.
- PRÉVOST, L., A. P. PLAMONDON et D. LÉVESQUE, 2002. *Méthodologie pour évaluer l'effet de l'installation d'un ponceau sur le substrat des frayères de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis)*, Québec, Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Centre de recherche en biologie forestière pour le ministère des Ressources naturelles du Québec, la Société de la faune et des parcs du Québec et la Fondation de la faune du Québec, 37 p.
- RALEIGH, R. F. et P. C. NELSON, 1985. *Habitat Suitability Index Models and Instream Flow Suitability Curves : Pink Salmon*, Washington, DC, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 20240, 36 p.
- SAS INSTITUTE, 1999. *The SAS System for Windows Release 8.0*, Cary, NC, USA, SAS Institute inc.
- SCRIMGEOUR, G. J., W. M. TONN, C. A. PASZKOWSKI et P. M. K. AKU, 2000. « Evaluating the Effects of Forest Harvesting on Littoral Benthic Communities within a Natural Disturbance-based Management Model », *Forest Ecology and Management*, vol. 126, p. 77-86.
- SCRIVENER, J. C. et M. J. BROWNLEE, 1989. « Effects of Forest Harvesting on Spawning Gravel and Incubation Survival of Chum (*Oncorhynchus keta*) and Coho Salmon (*O. kisutch*) in Carnation Creek, British Columbia », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 46, p. 681-696.
- SAINT-ONGE, I., P. BÉRUBÉ et P. MAGNAN, 2001. « Effets des perturbations naturelles et anthropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons de la forêt boréale : rétrospective et analyse critique de la littérature », *Le Naturaliste Canadien*, 125 (3), p. 81-95.
- VAN LEAR, D. H., A. R. ABERNATHY, D. H. BARWICK, B. C. DYSART, III, K. M. MANUEL, S. D. MILLER, S. M. DILLARD, et S. M. WOOD, 1998. « Sedimentation effects on benthic macroinvertebrates and rainbow trout in a southern Appalachian stream », dans Brewin, M. K. et D. M. A. Monita (tech. coordinators), *Forest-Fish Conference 1996 : Land Management Practices Affecting Aquatic Ecosystems, May 14 1996, Calgary (AL), Canada*, p. 451-453.
- VUORI, K.-M. et I. JOENSUU, 1996. « Impact of Forest Drainage on the Macroinvertebrates of a Small Boreal Headwater Stream : do Buffer Zones Protect Lotic Biodiversity? », *Biological Conservation*, vol. 77, p. 87-95.

- VUORI, K.-M., I. JOENSUU, J. LATVALA, E. JUTILA et A. AHVONEN, 1998. « Forest Drainage: a Threat to Benthic Biodiversity of Boreal Headwater Streams? », *Aquatic Conservation*, vol. 8, p. 745-759.
- WELLMAN, J. C., D. L. COMBS et S. BRADFORD COOK, 2000. « Long-term Impacts of Bridge and Culvert Construction or Replacement on Fish Communities and Sediment Characteristics of Streams », *Journal of Freshwater Ecology*, 15 (3), p. 317-328.
- WILLIAMS, L. R., C. M. TAYLOR, M. L. WARREN, et J. A. CLINGENPEEL, 2002. « Large-scale Effects of Timber Harvesting on Stream Systems in the Ouachita Mountains, Arkansas, USA », *Environmental Management*, vol. 29, p. 76-87.
- WATERS, T. F., 1995. *Sediment in Streams : Sources, Biological Effects, and Control*, Bethesda, Maryland, American Fisheries Society Monograph 7, 251 p.
- WENTWORTH, C. K., 1922. « A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments », *Journal of Geology*, vol. 30, p. 377-392.
- 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 », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 9, p. 234-238.
- WIPFLI, M. S. et D. P. GREGOVICH, 2002. « Export of Invertebrates and Detritus from Fishless, Headwater Streams in Southeastern Alaska : Implications for Downstream Salmonid Production », *Freshwater Biology*, vol. 47, p. 957-969.
- WITZEL, L. D. et H. R. MACCRIMMON, 1983. « Embryo Survival and Alevin Emergence of Brook Charr, *Salvelinus Fontinalis*, relative to Redd Gravel Composition », *Canadian Journal of Zoology*, vol. 61, p. 1783-1792.
- WOLMAN, M. G., 1954. « A Method of Sampling Coarse Bed Material », *Transactions of the American Geophysical Union*, vol. 35, p. 951-956.
- 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 », *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 11, p. 339-346.



**Ressources naturelles  
et Faune**

**Québec** 