

Développement et démonstration de techniques
pour la restauration de la qualité du substrat
de fraie des salmonidés - rapport d'étape 2

Bérubé, F.//Levasseur, M.// Pouliot, M.A.//Bergeron, N.

**VOLET ENVIRONNEMENT
DU FONDS DES PRIORITÉS GOUVERNEMENTALES
EN SCIENCES TECHNOLOGIES ET ENVIRONNEMENT**

Développement et démonstration de techniques pour la
restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés

Rapport d'étape no. 2

Bérubé, F., Levasseur, M., Pouliot M-A. et Bergeron, N.

PROMOTEUR

Normand Bergeron
Professeur
Institut National de la Recherche Scientifique
Centre Eau, Terre et Environnement
880, chemin Sainte-Foy, bur. 840
Case postale 7500
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

Téléphone : (418) 654-3703 Télécopieur : (418) 654-2615

1 octobre 2003

**VOLET ENVIRONNEMENT
DU FONDS DES PRIORITÉS GOUVERNEMENTALES
EN SCIENCES TECHNOLOGIES ET ENVIRONNEMENT**

Développement et démonstration de techniques pour la
restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés

Rapport d'étape no. 2

Bérubé, F., Levasseur, M., Pouliot M-A. et Bergeron, N.

PROMOTEUR

Normand Bergeron
Professeur
Institut National de la Recherche Scientifique
Centre Eau, Terre et Environnement
880, chemin Sainte-Foy, bur. 840
Case postale 7500
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

Téléphone : (418) 654-3703 Télécopieur : (418) 654-2615

1 octobre 2003

ÉQUIPE DE TRAVAIL

INRS-Eau, Terre et Environnement

Directeur de projet : Normand Bergeron

Chargés de projet : Francis Bérubé
Mylène Levasseur
Marc-André Pouliot

Conseil de bande de Betsiamites

Responsable: Jack Picard

Génivar

Chargé de projet: Frédéric Lévesque

Centre-Eau, Terre & Environnement
© 2003

ISBN: 2-89146-509-1

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de travail	2
Table des matières.....	3
Liste des tableaux.....	4
Liste des figures	5
1.0 Introduction.....	6
1.1 Problématique environnementale	6
1.2 But et objectifs	7
1.3 Contenu du rapport	7
2.0 Travaux de terrain	8
2.1 Objectifs.....	8
2.2 Description du matériel.....	8
2.3 Échantillonnage granulométrique	9
2.3.1 Cellule d'isolation du courant	9
2.3.2 McNeil	9
2.3.3 Cube	10
2.4 Sites et méthodes.....	12
2.5 Résultats.....	12
2.5.1 Rivière Sainte-Marguerite, court terme	12
2.5.2 Rivière Sainte-Marguerite, long terme	13
2.5.3 Rivière Betsiamites, court terme.....	15
2.5.4 Rivière Betsiamites, long terme.....	15
2.6 Taux de survie des embryons.....	16
2.7 Conclusion	17
3.0 Développement des prototypes	18
3.1 Traineau déflecteur	18
4.0 Conclusion et travaux à venir	19
5.0 Références	20

Liste des tableaux

Tableau 1. Effets du déflecteur sur le pourcentage de sédiments inférieurs à 2 mm dans la couche du pavement. Rivière Sainte-Marguerite.....	13
Tableau 2. Effets du déflecteur sur le pourcentage de sédiments inférieurs à 2 mm dans la couche du sous-pavement. Rivière Sainte-Marguerite	13
Tableau 3. Comparaison granulométrique à long terme entre les zones nettoyées et non-nettoyées. Rivière Sainte-Marguerite	15
Tableau 4. Effets du déflecteur sur le pourcentage de sédiments fins. Rivière Betsiamites.	15
Tableau 5. Comparaison granulométrique à long terme entre les zones nettoyées et non-nettoyées. Rivière Betsiamites.....	15
Tableau 6. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées	17

Liste des figures

Figure 1. Photo du traîneau déflecteur utilisé pour le nettoyage	8
Figure 2. Photo des griffes utilisées pour la démobilitation du substrat	9
Figure 3. Schéma de la cellule d'isolation du courant	9
Figure 4. Photo d'un cube : armature de métal et sac	10
Figure 5. Photo d'un cube installé dans le substrat.....	11
Figure 6. Séquence d'extraction d'un cube du substrat	11
Figure 7. Comparaison des pourcentages de sédiments fins présents dans les cubes au printemps dans la rivière Sainte-Marguerite	14
Figure 8. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées pour la rivière Sainte-Marguerite	16
Figure 9. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées pour la rivière Betsiamites.....	17
Figure 10. Photo du traîneau déflecteur adapté à la récupération des sédiments.	19

1.0 INTRODUCTION

1.1 Problématique environnementale

Les processus d'érosion et de sédimentation sont des phénomènes naturels qui font partie intégrante de l'évolution normale d'un cours d'eau. Une rivière est dite «en équilibre» lorsque la capacité du courant à transporter les sédiments est balancée par la charge sédimentaire à transporter. Dans ce cas, on observe qu'il n'y a ni érosion, ni sédimentation excessive dans le cours d'eau.

Les activités humaines ont cependant souvent pour conséquences de créer un déséquilibre entre la capacité de transport d'une rivière et la charge sédimentaire. Plusieurs de ces activités ont un effet néfaste sur l'habitat aquatique des cours d'eau parce qu'elles favorisent la sédimentation de particules fines sur le substrat des rivières (Wood et Armitage, 1997). Par exemple, la construction d'un barrage a pour effet de régulariser le débit d'une rivière, ce qui cause une réduction de la capacité de transport de l'écoulement et la sédimentation de particules fines sur le substrat (Hellawell, 1988; Petts, 1988). D'autres activités humaines, telles l'agriculture (Walling, 1990; Richards *et al.*, 1993), les mines (Davies-Colley *et al.*, 1992), les opérations forestières (Scrivener et Brownlee, 1989) et la construction de routes (Boon, 1988; Marchant, 1989) contribuent aussi au déséquilibre des cours d'eau en injectant de grandes quantités de particules fines qui se déposent sur le substrat.

Il est depuis longtemps reconnu que la présence de particules fines dans le substrat de fraie de salmonidés altère le développement des embryons et restreint les possibilités d'émergence des alevins (Cordone et Kelly, 1961; Witzel et MacCrimmon, 1981; Carling et McCahon, 1987; Chapman, 1988; ASCE, 1992; Wood et Armitage, 1997). Les particules fines nuisent au développement des embryons en bouchant les interstices du substrat, ce qui a pour conséquence de réduire l'écoulement intergranulaire responsable de l'oxygénation des oeufs et des alevins. Les particules fines ont aussi pour effet de bloquer le déplacement des alevins dans le substrat et de réduire considérablement la survie à l'émergence.

La surabondance de sédiments fins a donc pour conséquence de réduire la production de salmonidés, ce qui entraîne nécessairement une diminution de la valeur économique de la pêche récréative de ces espèces.

Cependant, malgré les effets nocifs de la sédimentation fine sur la production de salmonidés, peu de techniques simples sont actuellement disponibles afin d'évacuer ces sédiments du substrat des frayères.

1.2 But et objectifs

Le but du projet consiste à développer un ensemble de techniques simples et pratiques permettant d'évacuer efficacement les sédiments fins de la couche superficielle du substrat afin d'en restaurer la qualité pour la fraie des salmonidés. Plus spécifiquement, le projet a pour objectifs de :

- développer des techniques de nettoyage «hydromotrices», c'est-à-dire qui utilisent l'énergie hydraulique de la rivière pour fonctionner.
- développer les limites et critères d'applicabilité de chacune de ces techniques.
- démontrer l'efficacité de ces techniques pour l'évacuation des sédiments fins de la couche superficielle du substrat des frayères.

Les techniques développées ont pour objectifs de remobiliser les sédiments fins du substrat et de les évacuer de la frayère en agissant sur l'une ou l'autre des deux variables hydrauliques qui régissent le transport de sédiment en rivière, soit la vitesse moyenne de l'écoulement près du lit et l'intensité turbulente.

1.3 Contenu du rapport

Au cours du premier volet du projet (rapport 1), l'efficacité à court terme d'une des techniques développées (traîneau déflecteur) a été étudiée. Les résultats ont montré des diminutions significatives des pourcentages de sédiments fins contenus dans le substrat de fraie après l'utilisation du traîneau déflecteur. Par contre, considérant que la période d'incubation des larves de saumon atlantique se prolonge sur plusieurs mois, nous présentons dans ce rapport des résultats sur la persistance du nettoyage à long terme sur la qualité des frayères. Des tests d'incubation d'œufs de saumon atlantique ont été effectués sur les frayères étudiées. Ces tests d'incubation sont considérés comme étant les meilleurs indicateurs des effets du nettoyage sur les frayères.

2.0 TRAVAUX DE TERRAIN

2.1 Objectifs

Les objectifs de ces travaux de terrain étaient de 1) déterminer la persistance du nettoyage pour toute la période d'incubation, 2) déterminer l'effet de ce nettoyage sur les pourcentages de survie d'œufs de saumon atlantique.

2.2 Description du matériel

Les travaux de nettoyage du substrat de fraie présentés dans ce rapport ont été effectués à l'aide du traîneau déflecteur décrit dans le rapport 1 (figure 1). Une partie des travaux présentés dans ce rapport a été effectuée avec la version intégrale de l'appareil. La deuxième partie des travaux a été effectuée à l'aide du traîneau déflecteur ayant subi des modifications mineures. Les griffes présentes à l'avant du panneau déflecteur ont été enlevées du traîneau. Cette modification a été effectuée afin de réduire la friction du traîneau contre l'écoulement naturel de la rivière. Une moins grande force est alors nécessaire afin de remorquer le traîneau. Les griffes ont été montées sur une structure indépendante inspirée d'outils agricoles utilisés pour le labour de terrain (figure 2). Enfin, les patins du traîneau ont été élargis afin d'empêcher la structure de s'enfoncer dans le lit de la rivière lors de son utilisation.

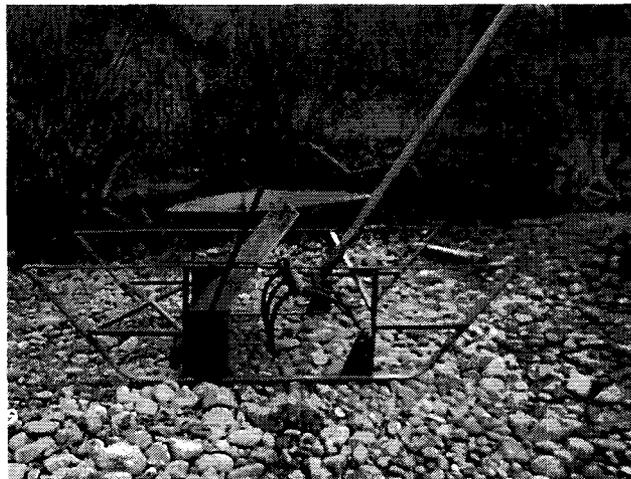


Figure 1. Photo du traîneau déflecteur utilisé pour le nettoyage.



Figure 2. Photo des griffes utilisées pour la démobilisation du substrat.

2.3 Échantillonnage granulométrique

Les données granulométriques présentées dans ce rapport ont été, selon les circonstances et conditions hydrauliques prévalentes, échantillonnées à l'aide de diverses techniques.

2.3.1 La cellule d'isolation du courant

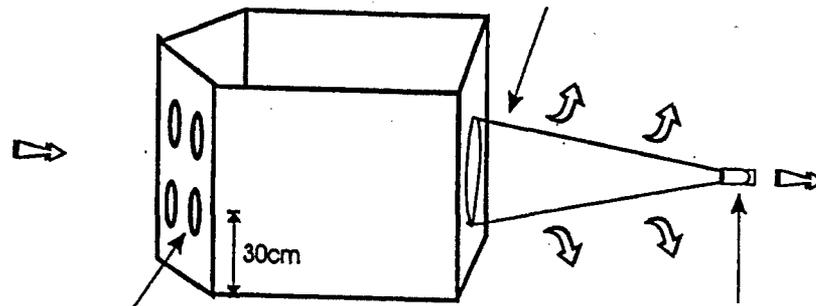


Figure 3. Schéma de la cellule d'isolation du courant.

La cellule (figure 3), décrit dans le rapport 1, permet l'échantillonnage de grandes quantités de sédiments ainsi que de discriminer le pavé du sous-pavé du lit de la rivière.

2.3.2 McNeil

Une adaptation de l'échantillonneur McNeil (Schuett Hames *et al.*, 1996) a été utilisée dans le cas où les conditions hydrauliques ne permettaient pas un échantillonnage

efficace à l'aide de la cellule d'isolation du courant. Cet appareil est formé d'un cylindre avec lequel il est possible de creuser le lit de la rivière et d'en retirer une certaine quantité de sédiments. L'eau et les sédiments à l'intérieur du cylindre sont alors filtrés par une série de tamis de plus en plus fins. Ce tri, effectué à l'intérieur du cylindre, permet d'évacuer l'eau de l'appareil pour ensuite récolter les sédiments. L'échantillonneur McNeil permet de prélever des échantillons d'environ trois kilogrammes dans le pavement du lit.

2.3.3 Cube

Une nouvelle technique d'échantillonnage du substrat de fraie est ici utilisée. Elle permet de simuler la structure sédimentaire d'un nid de saumon atlantique ainsi que d'échantillonner le substrat à l'intérieur de ce dernier sans perte des sédiments fins.

Le cube d'infiltration découle d'une modification du concept d'échantillonnage présenté par Lisle et Eads (1991). Cette nouvelle méthode permet de récolter facilement et rapidement des échantillons du substrat même sous couvert de glace tout en évitant de perdre les sédiments fins. Le cube d'infiltration est une armature rectangulaire en métal (33x33x20 cm) caractérisée par un fond grillagé et sans cotés. À chaque cube est associé un sac de caoutchouc souple (profondeur de 40 cm) attaché à un cadre en métal (38x40 cm). Deux câbles en acier servant d'amarre sont attachés à ce cadre. Lors de l'installation des cubes, il s'agit de déposer le sac rabattu dans le fond d'un trou creusé dans le substrat (profondeur de 20 cm), d'y déposer le cube et de l'enterrer à la manière qu'une femelle saumon enfouit ses œufs (i.e. utiliser le substrat en amont du trou pour remblayer). Pour enlever le cube du substrat il s'agit de tirer sur les deux câbles à l'aide d'un treuil installé à un trépied. Ainsi, le cadre de métal qui est guidé par le cube entraîne le sac vers la surface. La figure 4 montre une image du cube avec son sac rabaissé. La figure 5 montre le cube une fois installé dans le substrat avant d'être enfouit. La figure 6 illustre une séquence d'images démontrant l'extraction d'un cube installé dans le substrat.

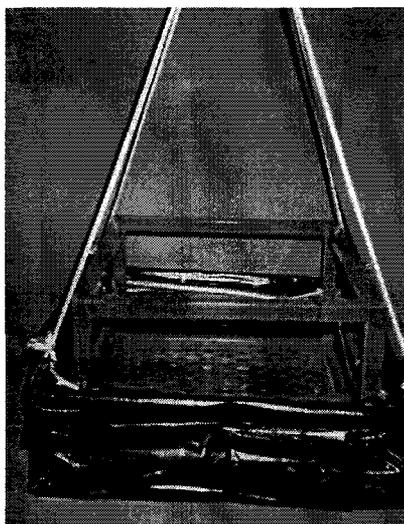


Figure 4. Photo d'un cube : armature de métal et sac.



Figure 5. Photo d'un cube installé dans le substrat.

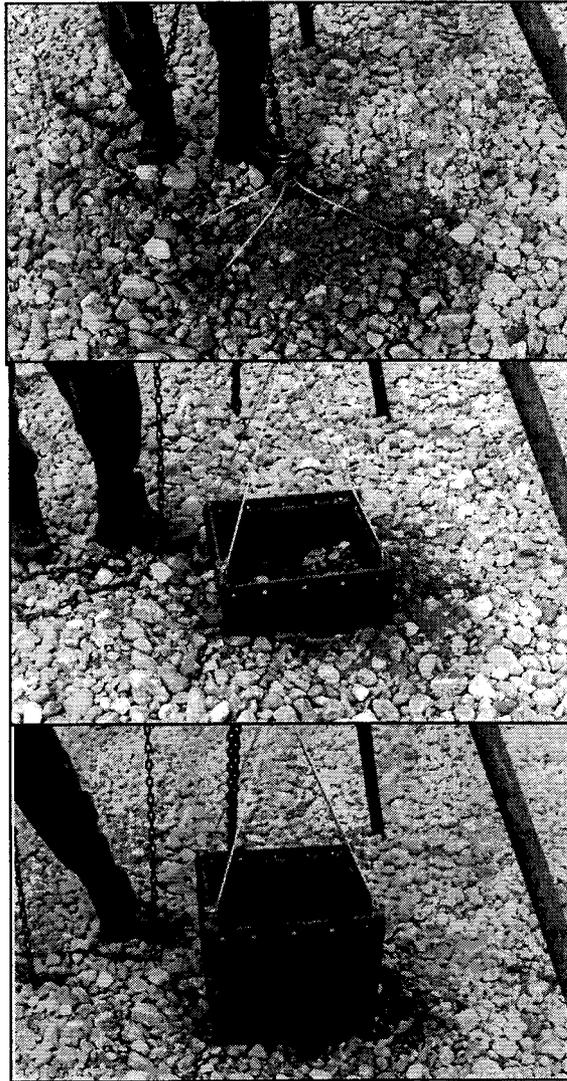


Figure 6. Séquence d'extraction d'un cube du substrat.

Cette nouvelle méthode d'échantillonnage granulométrique permet d'effectuer des tests d'incubation d'œufs de saumon à l'intérieur des cubes. Lors de la pose, une certaine quantité d'œufs fertilisés peut être déposée au centre des cubes pour être ensuite récupérée lors de l'extraction des cubes. Cet appareil permet donc d'obtenir des taux de survie d'incubation d'œufs de saumon en milieu naturel.

2.4 Sites et méthodes

Les travaux de terrain ont été effectués sur deux rivières à saumon : la rivière Sainte-Marguerite située au Saguenay ainsi que la rivière Betsiamites localisée sur la Côte Nord. Ces deux rivières possèdent des types de frayères très différentes au point de vue sédimentologique. Les frayères de la rivière Sainte-Marguerite contiennent beaucoup de sables moyens et grossiers, tandis que celles de la Betsiamites présentent un grand pourcentage de sédiments très fins (silts). L'hydrologie des deux rivières est aussi très différente, car la rivière Betsiamites est contrôlée par un ouvrage hydroélectrique. Ce barrage est utilisé en tant que centrale de pointe par ses gestionnaires. Ce type de gestion implique de fortes et fréquentes fluctuations du débit de la rivière.

La Sainte-Marguerite a été étudiée durant la période d'incubation 2001-2002 et la Betsiamites durant la période d'incubation 2002-2003. Des sites de fraie ont été sélectionnés sur les deux rivières à l'étude et chacun de ces sites a été subdivisé en zones. Les différentes zones ont été caractérisées sédimentologiquement dans leur état initial. Par la suite, certaines ont été nettoyées à l'aide du traîneau déflecteur et les autres laissées dans leur état initial. Les surfaces nettoyées ont alors été de nouveau caractérisées afin de mesurer l'effet immédiat du traîneau déflecteur. Des cubes contenant des œufs de saumon (n=100) ont été installés dans chaque zone à l'automne. Ces cubes sont restés dans le substrat pour toute la période d'incubation et retirés au printemps, juste avant l'émergence des alevins du substrat. Ce protocole permet de mesurer l'effet à court et à long terme du nettoyage sur la qualité du substrat de fraie, ainsi que d'évaluer l'impact direct du nettoyage sur la qualité d'incubation des œufs de saumon atlantique.

2.5 Résultats

2.5.1 Rivière Sainte-Marguerite, court terme

Les tableaux 1 et 2 montrent les différences du pourcentage de sédiments fins (< 2 mm) contenus dans le substrat avant et immédiatement après le nettoyage à l'aide du traîneau déflecteur. Ces données proviennent des échantillons prélevés à l'aide de la cellule d'isolation du courant. Les résultats indiquent une diminution substantielle du pourcentage de sédiments fins dans le pavement ainsi que dans le sous-pavement. On remarque que les plus fortes améliorations se produisent lorsque le lit possède une grande quantité de sédiments fins avant le nettoyage. Les résultats montrent aussi une plus grande action du nettoyage dans la couche du pavement (tableau 1). Ce phénomène est

explicable par le principe de fonctionnement du traîneau déflecteur qui implique une action plus directe sur la couche superficielle du lit de la rivière.

Tableau 1: Effet du déflecteur sur le pourcentage de sédiments inférieurs à 2 mm dans la couche du pavement. Rivière Sainte-Marguerite.

	Avant	Après	% de diminution
Zone 1	5.7 %	5.0 %	12.3 %
Zone 2	19.9 %	10.9 %	45.2 %

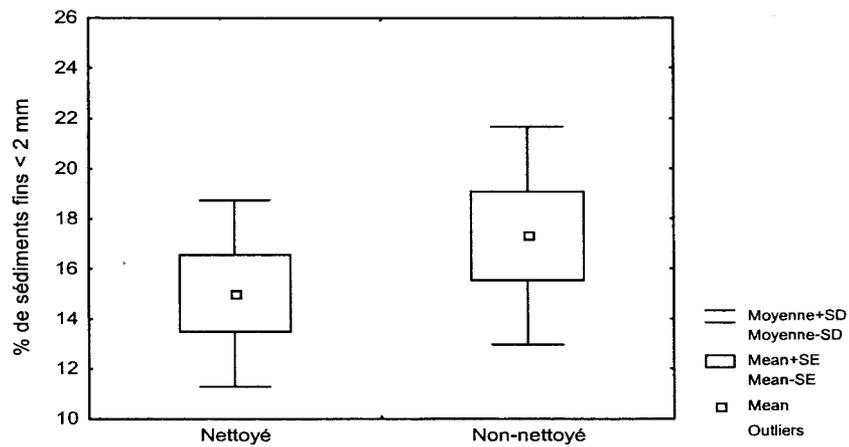
Tableau 2: Effet du déflecteur sur le pourcentage de sédiments inférieurs à 2 mm dans la couche du sous-pavement. Rivière Sainte-Marguerite.

	Avant	Après	% de diminution
Zone 1	14.7 %	13.9 %	5.4 %
Zone 2	17.5 %	13.6 %	22.3 %

2.5.2 Rivière Sainte-Marguerite, long terme

La persistance à long terme de l'effet du nettoyage a été vérifiée en comparant l'état du substrat au printemps des différentes zones d'échantillonnage qui avaient été nettoyées ou non à l'automne. La figure 7 présente les pourcentages de sédiments fins contenus dans les cubes au printemps dans les zones nettoyées et non nettoyées. La figure 7a indique qu'en moyenne, les zones nettoyées à l'automne contiennent moins de sédiments inférieurs à 2 mm à la fin de la période d'incubation. La figure 7b montre la même tendance pour les sédiments inférieurs à 63 microns. Ce type de sédiments (< 63 microns) est considéré comme étant très néfaste au bon développement des embryons (Hobbs, 1937; Acornley et Sear, 1999).

A)



B)

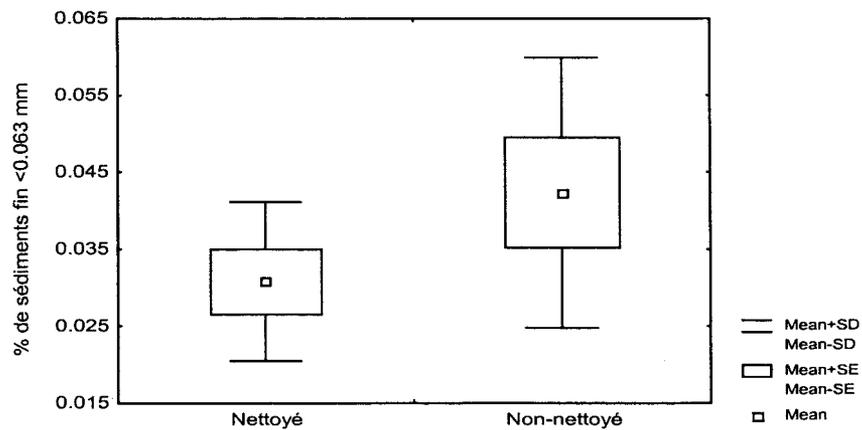


Figure 7. Comparaison des pourcentages de sédiments fins présents dans les cubes au printemps dans la rivière Sainte-Marguerite. A) Sédiments inférieurs à 2 mm. B) Sédiments inférieurs à 0.063 mm.

Le tableau 3 présente les différences du pourcentage de sédiments fins au printemps entre les zones qui avaient été nettoyées et non nettoyées à l'automne. On remarque que plus les sédiments sont fins (donc potentiellement nuisible pour les embryons) plus l'effet du nettoyage à long terme est observé.

Tableau 3. Comparaison granulométrique à long terme entre les zones nettoyées et non-nettoyées. Rivière Sainte-Marguerite.

	Nettoyées	Non-nettoyées	% de Différence
< 2 mm	15.0 %	17.3 %	12 %
Sable grossier	14.0 %	16.0 %	13 %
Sable fin	1.0 %	1.3 %	23 %
Silt	0.03 %	0.04 %	25 %

2.5.3 Rivière Betsiamites, court terme

L'échantillonnage granulométrique avant et après le nettoyage a été effectué à l'aide de l'échantillonneur McNeil. Le tableau 4 présente les résultats. Une diminution des pourcentages de sédiments fins est observée pour chaque classe granulométrique.

Tableau 4. Effets du déflecteur sur le pourcentage de sédiments fins. Rivière Betsiamites.

	Avant	Après	% diminution
<2mm	24.8 %	22.56 %	9.1 %
Sable grossier	11.55 %	10.12 %	6.33 %
Sable fin	11.84 %	11.09 %	12.38 %
Silt	1.42 %	1.36 %	4.23 %

2.5.4 Rivière Betsiamites, long terme

Le tableau 5 indique les pourcentages de sédiments fins (<2 mm) dans les cubes récoltés au printemps pour les différentes zones étudiées. Les résultats indiquent que l'effet du nettoyage effectué sur la Betsiamites ne semble pas persister jusqu'au printemps. Aucune tendance claire ne semble révéler les effets des interventions effectués à l'automne. Les fortes et fréquentes variations du débit de cette rivière peuvent probablement expliquer la disparition plus rapide de l'effet du nettoyage.

Tableau 5. Comparaison granulométrique à long terme entre les zones nettoyées et non-nettoyées. Rivière Betsiamites.

	Nettoyé	Non nettoyé	% de différence
Zone 1	15.31 %	17.99 %	15 %
Zone 2	15.55 %	14.53 %	- 7 %

2.6 Taux de survie des embryons

La mesure qui intègre le mieux les effets du nettoyage sur la qualité du substrat de fraie est sans contredit l'incubation d'œufs de saumon atlantique sur les sites étudiés. La figure 8 montre les pourcentages de survie des œufs incubés dans le substrat de la rivière Sainte-Marguerite pour les zones nettoyées et non-nettoyées. Malgré que cette rivière possède à l'état naturel de très bons taux de survie, les résultats montrent une augmentation de la moyenne des taux de survie pour les zones nettoyées. Le nettoyage du substrat permet de diminuer la variance de la survie des embryons et d'optimiser l'ensemble des résultats en des taux de survie très élevés.

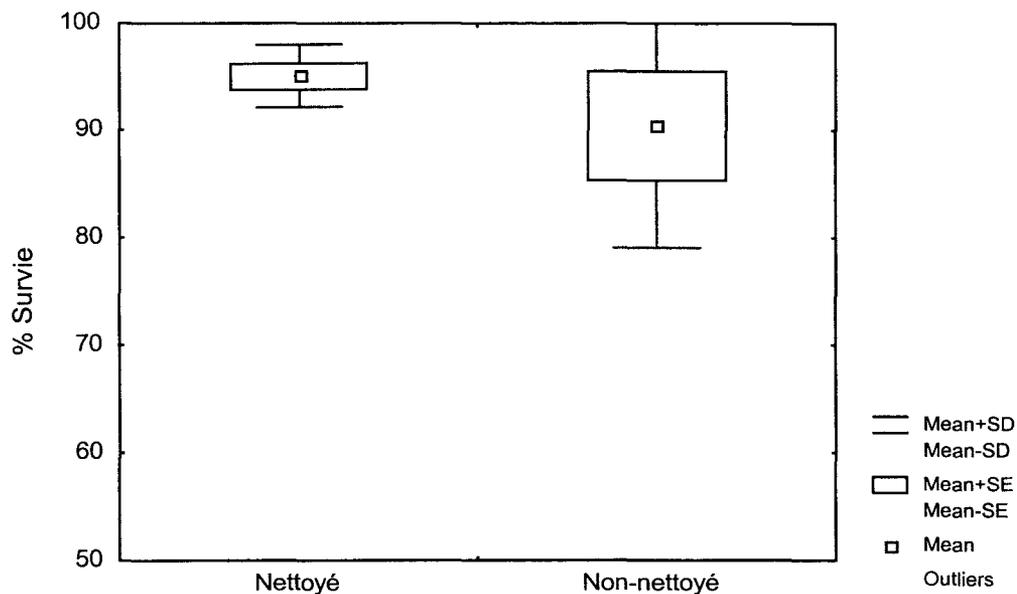


Figure 8. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées pour la rivière Sainte-Marguerite.

La figure 9 présente les taux de survie des embryons pour la rivière Betsiamites. Les frayères sur cette rivière sont de faible qualité pour l'incubation des œufs. Par contre, le nettoyage a amélioré grandement les taux de survie. Sans améliorer systématiquement les résultats sur tous les sites d'étude, le nettoyage a permis d'atteindre des taux de survie nettement supérieurs par rapport aux zones laissées dans leur état naturel. Le tableau 6 résume les tests d'incubation pour les deux rivières. On remarque que le nettoyage effectué sur la rivière Betsiamites a permis de faire passer la qualité du substrat d'incubation au-delà des conditions minimales requises pour la viabilité des embryons. Les taux de survie sont passés d'une valeur pratiquement nulle (4.7%) à une valeur moyenne de 24 %.

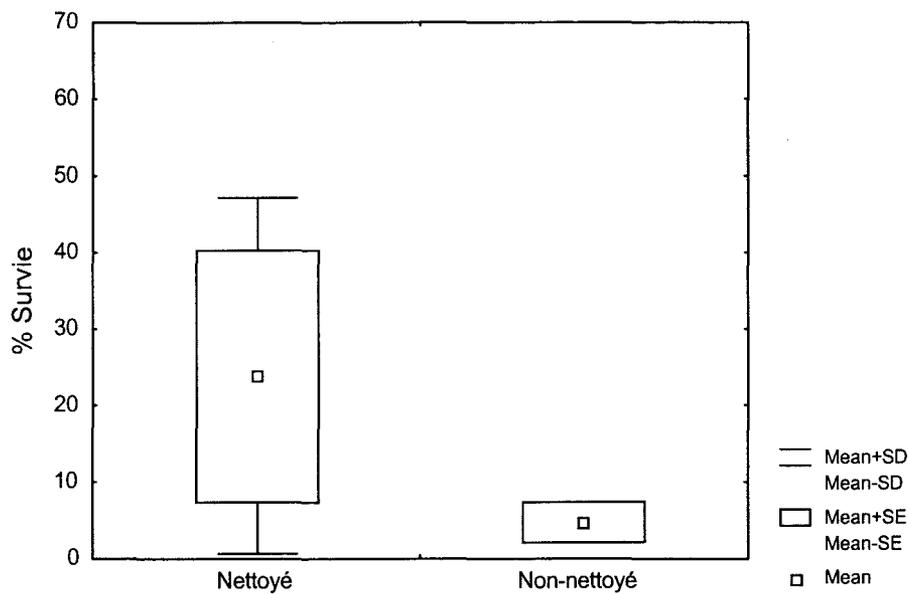


Figure 9. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées pour la rivière Betsiamites.

Tableau 6. Comparaison des taux de survie entre les zones nettoyées et non-nettoyées.

	Non nettoyé	Nettoyé	Amélioration du taux de survie (%)
Betsiamites	4.7 %	23.95 %	510 %
Sainte-Marguerite	90.36 %	95.08 %	5 %

2.7 Conclusion

Persistance du nettoyage et taux de survie

Les analyses granulométriques présentées dans ce rapport montrent les effets immédiats du nettoyage sur le sédiment de fraie. L'utilisation des griffes et du traîneau déflecteur permet d'obtenir dans tous les cas étudiés une diminution du pourcentage de sédiments fins contenus dans le substrat des frayères, qui dans certains cas peut atteindre une diminution de 45 %. Par contre, les résultats des analyses sur la persistance à long terme du nettoyage ne sont pas homogènes d'une rivière à l'autre. Les effets du nettoyage sur la

rivière Sainte-Marguerite sont mesurables à long terme. En effet, les zones nettoyées sur cette rivière possèdent, durant toute la période d'incubation des œufs, un substrat plus grossier que les zones non-nettoyées. Par contre, les effets du nettoyage sur les frayères de la rivière Betsiamites semblent disparaître plus rapidement. Les zones nettoyées à l'automne ont atteint au printemps les mêmes pourcentages de sédiments fins que les zones non-nettoyées. Le pourcentage élevé de sédiments fins présents dans cette rivière ainsi que les fréquentes fluctuations de débit peuvent probablement expliquer la recontamination des zones nettoyées par de nouveaux sédiments fins. Malgré la disparition des effets du nettoyage à long terme sur le substrat de fraie de la Betsiamites, les tests d'incubation menés sur les sites d'étude procurent des informations très intéressantes sur les effets globaux des interventions. Dans tous les cas étudiés, les taux de survie ont été améliorés après un nettoyage. Le cas de la Betsiamites, démontre une incidence intéressante du nettoyage. Les données recueillies sur le terrain ne peuvent pas nous indiquer la persistance des effets du nettoyage, mais les interventions de l'automne semblent suffisantes pour globalement améliorer la qualité de la frayère. Le but premier de ce projet étant la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés, le succès positif des tests d'incubation nous confirme la validité de notre approche de travail.

3.0 DÉVELOPPEMENT DES PROTOTYPES

3.1 Traîneau défecteur

Comme prévu dans le rapport 1, le traîneau défecteur a été modifié par l'ajout d'une nouvelle fonctionnalité. L'action du défecteur est de concentrer l'écoulement sur le lit de la rivière. Les données de terrain recueillies dans ce rapport démontrent que ce principe de fonctionnement permet une bonne mise en mouvement des particules fines présentes sur le lit et l'évacuation d'une bonne quantité des sédiments. Par contre, les opérateurs du traîneau défecteur ont noté qu'une grande quantité de sédiments fins se déposait à l'arrière du traîneau après avoir été mis en mouvement. Le traîneau a été modifié à partir de ces observations. Ce dernier a été doté d'un système permettant la récupération des sédiments mis en mouvement par le défecteur. La figure 10 illustre les modifications effectuées sur l'appareil.

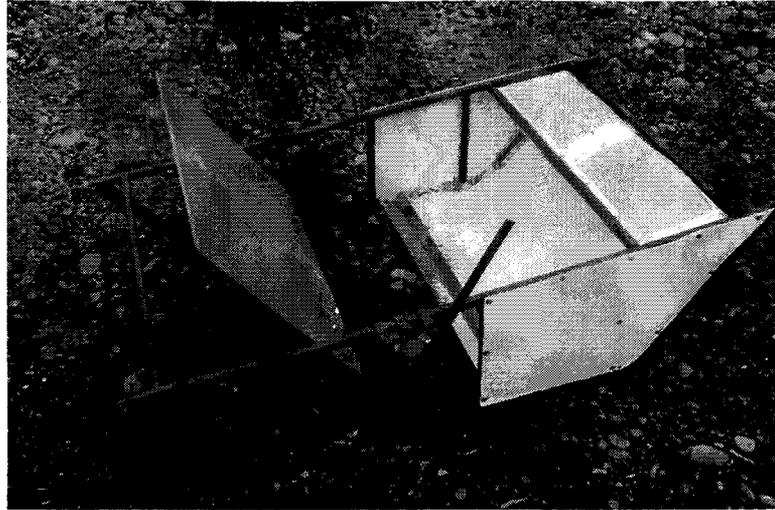


Figure 10. Photo du traîneau déflecteur adapté à la récupération des sédiments.

Les modifications apportées au traîneau consistent en l'ajout d'un bac placé derrière la base du déflecteur. Les sédiments soulevés par l'action du déflecteur sur le lit sont ensuite trappés à l'intérieur de ce caisson semi-ouvert. Une bande métallique anti-retour est placée à l'entrée du récipient afin d'éviter que les sédiments contenus dans le bac ne soient redéposés sur le lit une fois ramassés. Afin de faciliter l'écoulement derrière le déflecteur et d'éviter une trop grande turbulence dans le bac, des parois grillagées ont été installées derrière le bac. Ces parois laissent passer l'eau et évitent ainsi un trop grand brassage dans le réservoir, brassage pouvant éventuellement libérer les sédiments déjà trappés. Les sédiments assez petits et légers pouvant s'échapper par les grillages le sont suffisamment pour être éliminés du site d'intervention par l'écoulement naturel de la rivière. Cette version du traîneau déflecteur est présentement à l'essai.

4.0 CONCLUSION ET TRAVAUX À VENIR

Les travaux effectués au cours de la deuxième partie du projet ont permis la validation des effets du traîneau déflecteur sur les frayères de saumon atlantique. La persistance du nettoyage du substrat de fraie ainsi que l'amélioration des taux de survie ont démontré la bonne voie du projet. Les travaux de terrain ont aussi permis de faire avancer les fonctionnalités du traîneau déflecteur.

Les données et les observations recueillies lors de cette partie du projet ont servi à l'élaboration et la construction des techniques de nettoyage proposées dans la première partie du projet. Le tapis flottant, le ruban d'entretien ainsi qu'une version finale du traîneau déflecteur seront testés et analysés pour la dernière partie du projet.

5.0 RÉFÉRENCES

- Acornley, R.M. et Sear, D.A. (1999). Sediment transport and siltation of brown trout (*Salmon trutta L.*) spawning gravels in chalk streams. *Hydrological Processes* (13): 447-458.
- Boon, P.J. (1988) The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K., *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 2, pp. 389-409.
- Carling, P.A. et McCahon, C.P. (1987) Natural siltation of brown trout (*Salmo trutta L.*) spawning gravels during low-flow conditions, Pages 229-244 in J.F. Craig and J.B. Kemper (eds.), *Regulated streams: Advances in ecology*, Plenum Press, New York.
- Chapman, D.W. (1988) Critical review of variables used to define the effects of fines in redds of large salmonids, *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 117, pp. 1-21.
- Cordone, A.J. et Kelly, D.W. (1961) The influence of inorganic sediment on the aquatic life of streams, *California Fish and Games*, vol. 47, pp. 189-228.
- Davies-Colley, R.J., Hickey, C.W., Quinn, J.M. et Ryan, P.A. (1992) Effects of clay discharges on streams: 1. Optical properties and epilithon. *Hydrobiologia*, vol. 248, pp. 215-234.
- Hobbs, D.F. (1937). Natural production of quinnat salmon, brown and rainbow trout in certain New Zealand waters. New Zealand Marine Department, Fisheries Bulletin (6), Wellington.
- Hellawell, J.M. (1988) River regulation and nature conservation, *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 2, pp. 425-443.
- Lisle, T.E. et Eads, R.E. (1991). Methods to measure sedimentation of spawning gravels. US For. Serv.Res. Note, PSW-411. 8 pages.
- Marchant, R. (1989) Changes in the benthic invertebrate communities of the Thomson River, Southeastern Australia, after dam construction, *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 4, pp. 71-89.
- Petts, G.E. (1988) Accumulation of fine sediment within substrate gravels along two regulated rivers, U.K., *Regulated Rivers: Research and Management*, vol. 2, pp. 141-153.
- Richards, C., Host, G.H. and Arthur, J.W. (1993) Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment, *Freshwater Biology*, vol. 29, pp. 285-294.

Schuett Hames, D., Conrad, B., Pleus, A. and Smith, D. (1996). Field comparison of McNeil sampler with three shovel-based methods used to sample spawning substrate composition in small streams. Report. Northwest Indian Fisheries Commission. TFW Ambient Monitoring Program. 29 pages.