



# Programme de recherche sur la réglementation de l'aquaculture (PRRA)

Numéro 2 ■ Octobre, 2011

## Caractérisation du transport benthique et de la remise en suspension des matières résiduelles provenant des sites aquacoles

### RÉSUMÉ

Pour réglementer et gérer les effets environnementaux provenant des activités aquacoles utilisant des enclos ouverts, il est important de prévoir avec précision l'empreinte qui sera laissée par les matières résiduelles en dessous et autour des enclos. Dans plusieurs régions, des modèles de traitement des déchets générés par l'aquaculture – DEPOMOD par exemple – sont utilisés pour évaluer les sites dans le cadre de l'attribution des permis ou pour surveiller la conformité des détenteurs de permis aux conditions réglementaires (Cromey *et al.* 2002 a, b). La capacité de prédiction des modèles de dépôt dépend des données d'entrée sur la nature des déchets, lesquelles sont intégrées au modèle, comme les vitesses de sédimentation et les seuils de remise en suspension. Le module actuel de DEPOMOD sur la remise en suspension peut comporter certaines limites pratiques, puisque le début de l'érosion des sédiments est estimé à partir de données fondées sur des particules de traceur synthétique de petite taille et à décantation lente, à l'intérieur d'un milieu océanographique de faible énergie. Afin de favoriser le développement de données d'entrée ajustées pour appliquer le modèle aux environnements côtiers, cette étude a examiné les paramètres de décantation et de remise en suspension des aliments en grain commerciaux canadiens pour les poissons et les matières fécales qui leur sont associés. Pour affiner le modèle, d'autres recherches seront nécessaires pour améliorer les estimations relatives au transport des matières résiduelles en fonction d'un ensemble de conditions océanographiques (dispersion, au repos) et benthiques (consolidation, rugosité, substrat). Elles permettront de fournir un outil prédictif à l'industrie et aux organismes de réglementation.

peuvent contribuer à déterminer le choix de sites ainsi que servir d'outils de recherche et de surveillance pour la réglementation de l'industrie aquacole. Les modèles ont évolué. Alors qu'au départ, ils ont été développés pour prévoir l'accumulation de matières résiduelles laissées par les poissons d'élevage en utilisant des données courantes, des cartes bathymétriques et des données sur la production de poissons (Gowen *et al.* 1994), ils permettent maintenant de prédire les accumulations et le transport benthique des déchets en combinant des modules hydrodynamiques complexes avec des modules de transport des sédiments (Panchang *et al.* 1997; Dudley *et al.* 2000). Toutefois, il existe peu de données concernant les taux de décantation et les seuils de transport des particules d'aliments en grain et des particules de matière fécale. Ces

### INTRODUCTION

L'enrichissement organique découlant des déchets laissés par les particules d'aliments en grain pour poissons et les matières fécales dans les sites aquacoles pourrait modifier la biodiversité et l'abondance de la faune benthique (Henderson et Ross, 1995). Ces modifications sont souvent associées à la présence de sulfure dans les sédiments (Wildish *et al.* 2001) et à une libération d'ammonium (Hargrave *et al.* 1993) attribuable à l'accumulation de matières résiduelles sous les enclos à poissons. Ces

préoccupations ont mis en évidence la nécessité de bien comprendre la nature de cet enrichissement ainsi que la nature et le processus de dispersion des matières résiduelles provenant des fermes. Ces matières sont responsables de l'enrichissement organique.

L'utilisation d'un modèle hydrodynamique pour prévoir la dispersion des déchets provenant d'une installation d'aquaculture est nécessaire afin de prévoir et d'estimer la superficie de la zone d'influence benthique à proximité de fermes aquacoles. Les prédictions faites à partir d'un tel modèle



Aliment en grain pour poissons

informations sont nécessaires pour déterminer les données d'entrée pour les modèles de transport benthique. Bien que certaines informations sur les seuils de remise en suspension des aliments en grain et des matières fécales soient disponibles (Sutherland et al. 2006), une approche exhaustive est requise pour raffiner le modèle de façon à ce qu'il produise des estimations du début de l'érosion tant pour la nourriture que pour les matières fécales d'une large diversité de taille et de composition chimique.

Les modèles de répartition sédimentaire sont des outils qui peuvent soutenir une gestion responsable et contribuer au développement durable dans l'industrie de l'aquaculture. Ils permettent aux organismes de réglementation de bien évaluer les impacts environnementaux liés à l'octroi de permis d'aquaculture. Au Canada, le modèle de répartition sédimentaire « DEPOMOD » est utilisé dans certaines régions pour évaluer les sites dans le cadre de l'attribution des permis et pour surveiller la conformité des détenteurs de permis aux conditions réglementaires. Le module actuel de DEPOMOD traitant de la remise en suspension et du transport benthique utilise des coefficients d'entrée pour le transport benthique qui ont été dérivés à partir de données fondées sur des particules de traceur synthétique de petite taille et à décantation lente, à l'intérieur d'un milieu océanographique de faible énergie. Par conséquent, les prévisions concernant l'empreinte sédimentaire produite autour des enclos ouverts qui sont fournies par DEPOMOD peuvent être sous-estimées dans des environnements dispersifs et réduire ainsi les exigences réglementaires. Selon l'utilisation des aliments en grain commerciaux et les matières fécales générées, la validation et l'amélioration des coefficients de transport des matières résiduelles provenant des sites aquacoles augmenteront la précision des modèles utilisés pour prédire la dispersion des déchets autour des enclos ouverts.

**Tableau 1.** Aliments pour poissons visés par l'étude; la sélection est basée sur les produits dominants du marché canadien actuel

Fabricant	Aliment	Grain/Forme	Type	Taille testée
Skretting (côte Est)	Optiline hiver/été	Cylindrique	Marin	6 – 12 mm
Skretting (côte Ouest)	Optiline hiver/été	Cylindrique	Marin	6 – 12 mm
EWOS	Dynamic Blue	Elliptique	Marin	P, M, G, TG
Skretting	BioOregon	Cylindrique	Eau douce	6 – 12 mm

## MÉTHODES

**Culture de poissons :** Des saumons atlantiques (400 g) ont été élevés dans deux ensembles de cuves de reproduction (4 000 L) situées dans un aquarium en plein air au Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement (CRAE) de Pêches et Océans Canada. Les saumons ont été nourris à satiété deux fois par jour en utilisant plusieurs types d'aliments pour poissons marins. Des truites arc-en-ciel (10-30 g) ont été élevées au même emplacement, dans des réservoirs d'eau douce (200 L) pour les tests d'alimentation en eau douce.

**Aliments en grain :** Les tests portaient sur une variété d'aliments destinés à l'aquaculture offerts sur le marché (tableau 1), lesquels représentent les régimes utilisés actuellement dans l'industrie canadienne de l'aquaculture. Les régimes et la taille des aliments en grain évalués constituent les produits dominant le marché actuel.

Une évaluation représentative des matières résiduelles dans l'environnement à donc être effectuée.

**Les matières fécales :** Des matières fécales marines ont été recueillies de saumons atlantiques. Ces poissons avaient été nourris avec des rations successives de grains d'une taille de 9 mm des marques suivantes : Skretting Optiline – côte Ouest, régimes d'hiver et d'été; côte Est, régime d'hiver; régime EWOS Dynamic Blue. Cette taille de grain représente la moyenne des aliments en grain utilisés dans les sites d'élevage pendant les périodes de grossissement des poissons. Les matières fécales provenant de l'eau douce ont été recueillies pour les truites arc-en-ciel nourries avec des grains de 2 mm de marque BioOregon, du fabricant Skretting.

**Taux de décantation et taux de transport benthique :** Les spécifications pour la taille (longueur, largeur et poids) et les caractéristiques physiques (humidité



Centre pour la recherche sur l'aquaculture et l'environnement (CRAE), Vancouver



**Figure 1.** Calcul du taux de décantation à l'aide d'une colonne de sédimentation

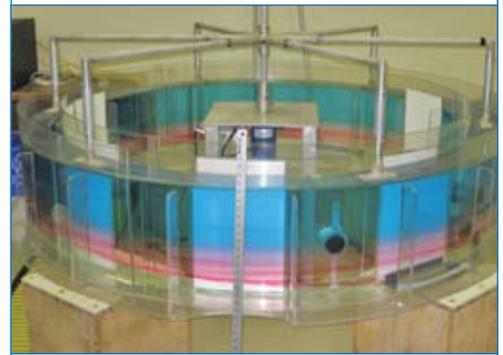
et contenu non organique) des aliments en grain et des matières fécales ont été déterminées. Les taux de décantation des aliments en grain ont été mesurés en utilisant une colonne de sédimentation (figure 1). Les taux de décantation des particules des matières fécales produites par les saumons atlantiques soumis à une variété de régimes (grains de 9 mm) ont également été déterminés. Vingt essais répétés de décantation ont été effectués pour chaque expérience sur les aliments et chaque expérience sur les matières fécales.

Des expériences ont été menées dans un bassin avec un canal annulaire (figure 2) pour déterminer les seuils de traction benthiques (délai critique pour le début du mouvement) et les taux de transport benthique ( $m \cdot s^{-1}$ ) des particules d'aliments et des matières fécales. (La méthodologie détaillée permettant de déterminer les taux de décantation, de traction et de transport benthique est décrite dans Sutherland *et al.* 2006). Les critères utilisés pour définir le seuil de traction ont été déterminés compte tenu du courant nécessaire pour induire le mouvement de dix particules simultanément (Sutherland *et al.* 1998).

## RÉSULTATS

### Taux de décantation et de transport benthique

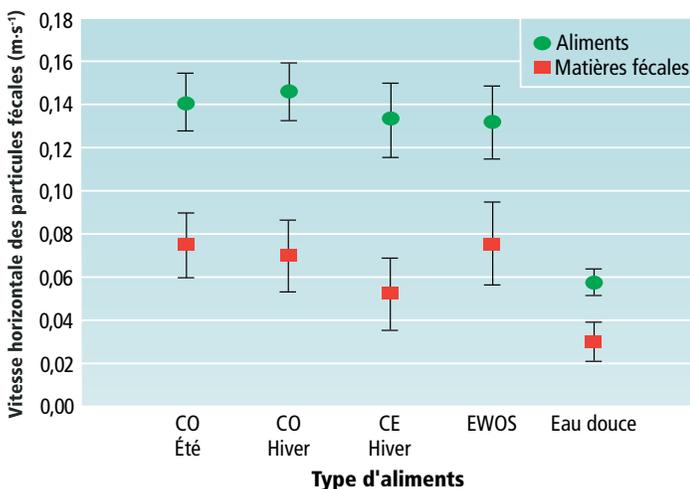
Les taux de décantation des aliments en grain et des matières fécales augmentent avec leur taille et leur poids. Les taux de décantation des matières fécales ont été de 40 à 60 % inférieurs à ceux des aliments en grain pour le poisson, pour tous les types de régimes alimentaires (figure 3). Ce résultat suggère que la densité des matières résiduelles peut contribuer aux différences constatées dans le taux de décantation.



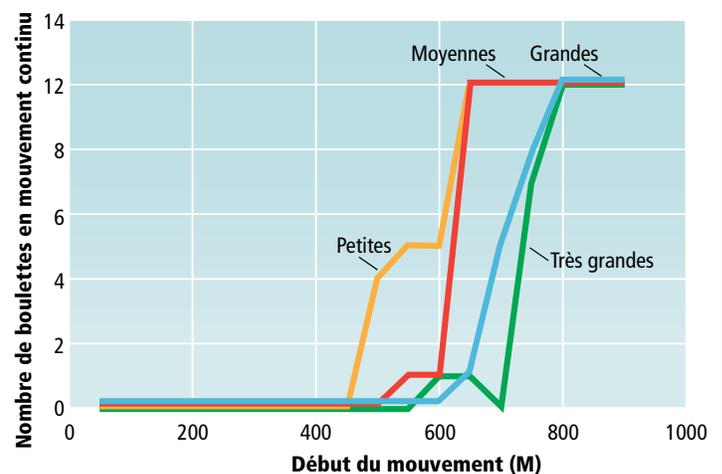
**Figure 2.** Expériences sur la remise en suspension effectuées à l'aide d'un bassin avec canal annulaire. (Carousel en laboratoire, RNCan)

La figure 4 démontre les seuils de traction (délai critique pour le début du transport) et les modes de transport benthique pour quatre tailles de grain.

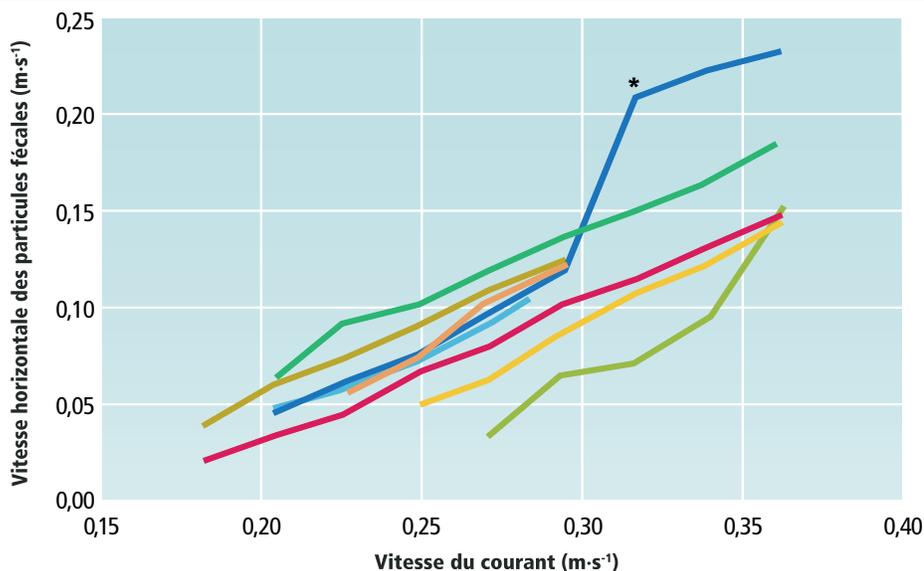
Les seuils de traction ont été plus élevés pour les grains de plus grande taille, ce qui suggère que des courants plus forts sont nécessaires pour déplacer les plus gros grains. Lorsque les courants sont réduits, le mouvement continu et simultané des grains de plus grande taille est entravé par des agrégats provoquant un arrêt du transport. À l'inverse, les grains de taille inférieure maintiennent leur transport individuel sans former d'agrégats et les seuils de traction



**Figure 3.** Taux moyens de décantation des aliments en grain et des matières fécales. CO = côte Ouest-Skretting; CE = côte Est – Skretting



**Figure 4.** Seuils de traction des aliments en grain pour poissons – grains petits à très grand (de 7 à 13 mm de longueur)



**Figure 5.** Transport benthique de matières fécales de différentes tailles et à différentes vitesses (la vitesse du courant sert d'indicateur de la vitesse actuelle)

se situent à des vitesses inférieures. On a pu observer de grandes variations dans les vitesses de transport selon la taille des particules des matières fécales.

Ces particules semblent moins stables que les particules de nourriture en grain et leurs vitesses de transport ont subi des changements brusques lorsque de grosses particules des matières fécales ont été mélangées à l'eau de l'environnement (par exemple, les matières fécales représentées par la ligne bleue foncée et l'astérisque [\*] à la figure 5).

## CONCLUSIONS

Pour obtenir des prévisions précises sur les empreintes benthiques associées aux modèles de dispersion des déchets provenant de l'aquaculture, il faut envisager un éventail plus large de seuils d'érosion et de taux de transport benthique pour les différentes sortes d'aliments en grain et pour les matières fécales. Le module DEPOMOD évaluant la remise en suspension est basé sur des coefficients de transport benthique qui ont été dérivés à partir de

données fondées sur des particules de traceur synthétique de petite taille et à décantation lente et des seuils de remise en suspension inférieurs à ceux associés aux déchets réels. Par conséquent, le modèle DEPOMOD utilisant le module de transport benthique pourrait amplifier le mouvement des déchets, ce qui pourrait signifier que les empreintes sédimentaires finales laissées par les déchets de l'aquaculture seront plus petites (post-sédimentation et remise en suspension). Les résultats de cette étude indiquent que le module DEPOMOD traitant de la remise en suspension pourrait être affiné en intégrant les valeurs de sédimentation et de transport benthique pour les aliments en grain et les matières fécales, comme il a été présenté. Une fois les modifications apportées, il faudra valider le modèle, y compris les simulations pour une gamme de conditions océanographiques et bathymétriques. Cela permettra d'améliorer l'outil, qui pourra servir à prédire les effets environnementaux des dépôts de matières résiduelles provenant de l'aquaculture.

## BIBLIOGRAPHIE

- Cromey, C.J., T.D. Thomas, and K.D. Black. 2002a. *Aquaculture*, 214: 211-239.
- Cromey, C.J., T.D. Nickell, K.D. Black, P.G. Provost, and C.R. Griffiths. 2002b. *Estuaries*, 25: 916-929.
- Dudley, R.W., V.G. Panchang, and C.R. Newell. 2000. *Aquaculture*, 187: 319-349.
- Gowen, R.J., D. Smyth, and W. Silvert. 1994. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1949. p. 19-30.
- Hargrave, B.T., D.E. Duplisea, E. Pfeiffer, and D.J. Wildish. 1993. *Marine Ecology Progress Series*, 96: 249-257.
- Henderson, A.R. and D.J. Ross. 1995. *Aquaculture Research*, 26: 659-678.
- Panchang, V., G. Cheng, and C. Newell. 1997. *Estuaries*, 20: 14-41.
- Sutherland, T.F., C.L. Amos, and J. Grant. 1998. Geological Society, London, Special Publications, 139: 295-307.
- Sutherland, T.F., C.L. Amos, C. Ridley, I.G. Droppo, and S.A. Petersen. 2006. *Estuaries and Coasts*, 29 (5): 810-819.
- Wildish, D.J., B.T. Hargrave, and G. Pohle. 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 469-476.

Ce projet PRRA (PARR-2009-P-04) a aussi été soutenu par Skretting Canada inc, EWOS Canada Ltd., le Programme d'aquaculture durable du MPO, le Centre des sciences intégrées en aquaculture du MPO et Ressources naturelles Canada (Commission géologique du Canada — Atlantique). La scientifique responsable de ce projet est Terri Sutherland, Ph D. Elle peut être contactée par courriel à [Terri.Sutherland@dfo-mpo.gc.ca](mailto:Terri.Sutherland@dfo-mpo.gc.ca)

Pour obtenir de plus amples renseignements sur ce projet et d'autres projets du PRRA, consultez notre site, à l'adresse suivante : [www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/parr-prra/index-fra.asp](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/parr-prra/index-fra.asp).

Publié par :  
Pêches et Océans Canada  
Direction des sciences de l'aquaculture  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E6

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2011  
MPO/2011-1752  
N° de cat. Fs23-570/2011F (Imprimé)  
ISBN 978-1-100-97498-9 (Imprimé)  
N° de cat. Fs23-570/2011F-PDF (En ligne)  
ISBN 978-1-100-97499-6 (En ligne)

La version anglaise et d'autres présentations sont disponibles à l'adresse [www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/parr-prra/index-eng.asp](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/parr-prra/index-eng.asp).