



CENTRE INTERUNIVERSITAIRE  
DE RECHERCHE SUR LE  
SAUMON ATLANTIQUE

**Présent**  
**au 74<sup>ème</sup> congrès de l'ACFAS**

**Université McGill**  
**(15-19 mai 2006)**

**Colloque # 680**

**Des saumons et des hommes : pressions  
anthropiques et gestion des écosystèmes de  
salmonidés en rivière. Contributions du CIRSA**

**Date : 15 mai 2006**

## Programme du colloque

### Session 1. Conservation de la diversité génétique et phénotypique du saumon atlantique

*Président : Michel Lapointe*

- 9 :30 - 9 :50 ; Dodson, Julian. **Une espèce avec plusieurs cycles de vie: Peut-on gérer la plasticité phénotypique dans un contexte de changement environnemental?**
- 9 :50 - 10 :10 ; Garant, Dany. **Impact des individus échappés de fermes d'élevage sur les populations naturelles du saumon atlantique: la contribution génétique des mâles précoces.**
- 10 :10 - 10 :30 ; Gale, Anne-Marie, Christian Roberge, Julian Dodson, Helga Guderley et Louis Bernatchez. **Ensemencement et élevage du saumon atlantique: les conséquences génétiques de nos bonnes intentions**

*Pause café*

### Session 2. Modélisation de l'habitat

*Président : Marco A. Rodríguez*

- 10 :50 -11 :10 ; Boisclair, Daniel. **Les défis de la modélisation des effets de changements de débits des rivières sur la quantité et la qualité des habitats des juvéniles du saumon atlantique.**
- 11 :10 -11 :30 ; Bergeron, Normand, Patrice Carbonneau, Francis Bérubé, Stuart N. Lane et Julie. Smith. **Nouveaux outils géomatiques pour la caractérisation de l'habitat du poisson en rivière.**

*Dîner*

### Session 3. Impacts anthropiques sur les salmonidés et leurs écosystèmes

*Président : Daniel Boisclair*

- 13 :40 - 14 :00 ; Audet, Céline et Frederick G. Whoriskey. **Migration du saumon atlantique : les impacts anthropiques dans les eaux douces peuvent-ils être la cause de mortalités en milieu marin?**
- 14 :00 - 14 :20 ; Rodríguez, Marco A., Michel Lapointe, Pierre Bérubé, Julie Deschênes et Nicolas. Martel. **Indicateurs biotiques de l'impact des interventions forestières sur le milieu aquatique dans le bassin versant de la rivière Cascapédia.**
- 14 :20 - 14 :40 ; Lapointe, Michel. **Les effets des coupes forestières intensives sur le transport sédimentaire en milieu fluvial, bassin de la rivière Cascapédia, Gaspésie.**

*Pause café*

15 :00 - 15 :20 ; Lapointe, Michel. **Les effets sur l'habitat du saumon de la construction de la route 172 en 1960 et des coupures de méandres qu'elle a nécessité le long de la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay)**

15 :20 - 15 :40 ; Magnan, Pierre, Michel Lapointe et Marco A. Rodríguez. **Lancement d'un programme de recherche sur l'effet des emprises routières et des sels de voirie sur les habitats et les populations d'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*.**

## Résumés

### Session 1. Conservation de la diversité génétique et phénotypique du saumon atlantique

## **Une espèce avec plusieurs cycles de vie: Peut-on gérer la plasticité phénotypique dans un contexte de changement environnemental?**

**Dodson, Julian**

Département. de biologie, Université Laval, Québec

Le cycle vital du saumon atlantique est caractérisé par la présence de plusieurs phénotypes reproductifs alternatifs. Les mâles peuvent se reproduire soit très tôt dans la vie à une petite taille avant de migrer en mer ou encore après un séjour d'un ou deux ans en mer. Chaque phénotype est le résultat d'une voie distincte de développement qui est choisie de façon conditionnelle en fonction de la condition physique des mâles par rapport à leurs congénères et de leur génome. Le phénotype favorisé est celui qui procure le meilleur succès reproducteur d'un individu étant donné l'ensemble des contraintes écologiques auxquelles il fait face. Les jeunes mâles les plus actifs avec les taux de croissance les plus élevés, qui exploitent les habitats les plus rentables en termes de prises alimentaires, sont plus aptes à atteindre une taille critique leur permettant de se reproduire très tôt dans la vie. De plus, la taille critique permettant le développement précoce de la maturité sexuelle varie à l'intérieur de la même population selon la distance à l'amont de la rivière. En conséquence, l'exploitation des différents habitats d'alimentation et la fréquence des différentes tactiques phénotypiques varient dans le temps et l'espace en fonction de l'interaction entre la variation environnementale et les pressions sélectives. Je propose que ce niveau de plasticité phénotypique rende problématique la conservation à long terme de cette espèce par la micro-gestion des populations de saumon. La seule façon d'assurer la capacité de l'espèce à s'adapter aux changements environnementaux est de créer des réserves écologiques régionales afin de préserver l'intégrité des écosystèmes et des génomes des populations de saumon indigène.

## **Impact des individus échappés de fermes d'élevage sur les populations naturelles du saumon atlantique: la contribution génétique des mâles précoces.**

**Garant, Dany**

Département de Biologie, Université de Sherbrooke

La relâche d'organismes d'élevage en milieu naturel est une menace potentielle pour la biodiversité et l'intégrité des communautés. C'est le cas chez le saumon Atlantique (*Salmo salar*), une espèce où l'élevage a augmenté au cours des dernières décennies. Suite aux échappements accidentels, il y a maintenant des individus d'élevage qui entrent dans les rivières des saumons sauvages et peuvent avoir un impact génétique sur ces populations à travers l'introgression (perte d'adaptations locales et diversité génétique). Par contre, le potentiel d'introgression au-delà de la première génération de l'avènement des individus d'élevage en milieu naturel demeure méconnu, et il est donc difficile de prédire les effets à long terme de ce phénomène, notamment à travers la contribution potentielle des mâles (tacons) précoces. L'objectif principal de cette étude était de quantifier la performance reproductive relative de tacons d'origine sauvage, hybride et d'élevage lors d'une saison de reproduction dans des populations expérimentales de saumon anadromes. Nous avons documenté le comportement, la participation potentielle et l'efficacité de reproduction de tacons issus de chaque origine lors des reproductions avec les individus anadromes. Nous fournissons les premières estimations du succès de fertilisation des tacons hybrides et d'élevage du saumon Atlantique et démontrons que ces individus peuvent obtenir plus d'opportunités de reproduction et de fertilisations que les tacons sauvages. Les tacons précoces d'origine hybride et d'élevage peuvent donc avoir un impact considérable sur l'intégrité génétique des populations indigènes.

---

## **Ensemencement et élevage du saumon atlantique: les conséquences génétiques de nos bonnes intentions**

**Gale, Anne-Marie, Christian Roberge, Julian Dodson, Helga Guderley et Louis Bernatchez**

Département de biologie, Université Laval

L'ensemencement de rivières dans le but d'y maintenir les populations naturelles de saumon ainsi que l'élevage de saumons domestiques pour la consommation humaine devraient permettre d'améliorer l'avenir de cette ressource en déclin. Toutefois, bon nombre d'études ont mis en évidence des différences dans le comportement et la viabilité en nature des saumons ayant grandi en captivité et en rivière. Or, tandis que les saumons d'ensemencement sont volontairement relâchés en grand nombre dans la nature, des millions de saumons d'élevage s'échappent chaque année de leurs cages marines. En quoi les individus d'ensemencement ou issus de souches d'élevage diffèrent-ils génétiquement des saumons des populations naturelles et quel est l'impact de leur présence en rivière sur les populations naturelles? Nos travaux, réalisés au sein du CIRSA, proposent des réponses à certaines de ces questions.

## **Résumés**

### **Session 2. Modélisation de l'habitat**

## Nouveaux outils géomatiques pour la caractérisation de l'habitat du poisson en rivière

Bergeron, Normand<sup>1</sup>, Patrice Carbonneau<sup>2</sup>, Francis Bérubé<sup>1</sup>, Stuart N. Lane<sup>2</sup> et Julie Smith<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRS-Eau, Terre et Environnement

<sup>2</sup>Department of geography, Durham University, UK

La taille du substrat, la profondeur d'eau et la vitesse du courant sont des variables essentielles à l'élaboration des modèles d'habitats du poisson utilisés lors de l'évaluation des impacts environnementaux d'un projet en rivière. Traditionnellement, ces variables sont mesurées directement sur le terrain, ce qui s'avère être une tâche laborieuse et coûteuse. Pour cette raison, les décisions de gestion sont souvent basées sur l'étude de tronçons de rivières relativement courts, générant ainsi des inquiétudes importantes concernant la représentativité de ces tronçons et, conséquemment, sur la validité des décisions prises. Cette présentation décrit de nouveaux outils géomatiques qui permettent d'obtenir des mesures à haute résolution spatiale des variables d'habitat sur de longs segments de cours d'eau. Des méthodes automatisées d'analyses d'images numériques aéroportées hautes résolutions (3 cm) ont été développées afin de mesurer la distribution spatiale de la taille du substrat et de la profondeur d'eau avec une résolution spatiale respective de 1m<sup>2</sup> et 4m<sup>2</sup>. Nous avons aussi développé une technique d'analyse d'image vidéo qui utilise le principe du PIV (vélocimétrie par images de particules) afin de mesurer de façon rapide et efficace la vitesse du courant en rivière. Ces nouvelles méthodes amélioreront la qualité des études d'impacts environnementaux en permettant d'obtenir une couverture continue des habitats perturbés. Elles permettront aussi de minimiser les travaux sur le terrain, ce qui entraînera une réduction importante des coûts associés à la réalisation des études d'impacts environnementaux.

---

## Les défis de la modélisation des effets de changements de débits des rivières sur la quantité et la qualité des habitats des juvéniles du saumon atlantique.

Boisclair, Daniel

Département de sciences biologiques, Université de Montréal,

Les modèles d'habitat sont des relations prédictives entre des indicateurs de la qualité des habitats pour les organismes (abondance, biomasse, taux de croissance, probabilité de survie) et des conditions environnementales (vitesse du courant, nature du substrat, profondeur, etc.). Lorsque l'abondance des organismes est élevée pour une combinaison de conditions environnementales, les chercheurs et les gestionnaires concluent que ces conditions définissent un habitat de grande qualité. La modélisation des effets sur les habitats des poissons des changements au régime de débits en rivière, causés par les réservoirs ou les dérivations, s'effectue en comparant la quantité des habitats pour des conditions environnementales correspondant au signal saisonnier normal à celles obtenues dans les conditions prévues après cette perturbation anthropique des débits. Bien que cette approche ait été validée à quelques reprises, la plupart des tests ont été effectués dans le contexte d'échelles spatiales et temporelles relativement fines. Or, il importe d'estimer les effets des changements des débits sur des écosystèmes entiers tout en tenant compte de l'effet de ces changements sur l'évolution à moyen terme de la structure des rivières. L'objectif des travaux de mon équipe est de tenter de définir la façon avec laquelle des modèles d'habitats, et en particulier des modèles de l'habitat de juvéniles du saumon atlantique (JSA), peuvent être développés pour mieux représenter la structuration spatiale des écosystèmes. Il apparaît qu'une combinaison de processus biologiques et statistiques fait en sorte que des modèles d'habitats performants ne peuvent être développés qu'à partir de certaines échelles spatiales et que ces échelles peuvent varier en fonction des types d'habitats.



## Résumés

### Session 3. Impacts anthropiques sur les salmonidés et leurs écosystèmes

## **Migration du saumon atlantique : les impacts anthropiques dans les eaux douces peuvent-ils être la cause de mortalités en milieu marin?**

**Céline Audet<sup>1</sup> et Frederick G. Whoriskey<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski

<sup>2</sup>Atlantic Salmon Federation, St. Andrews, Nouveau-Brunswick

Suite à des travaux sur l'omble de fontaine qui indiquaient des dommages tissulaires aux branchies, nous avons examiné les branchies de saumons atlantiques juvéniles de différentes rivières du sud du Nouveau-Brunswick, ainsi que dans une rivière contrôle plus au nord où les populations de saumon semblent plus en santé. L'objectif était de vérifier si des dommages aux branchies pouvaient contribuer au déclin des populations observé dans le sud de la province. Un différent nombre d'indices histopathologiques ont été identifiés tels que des hyperplasies (prolifération cellulaire) sur les filaments et les lamelles branchiales (tissu respiratoire et site d'échanges d'ions avec le milieu) ou des fusions lamellaires (lamelles respiratoires contiguës qui deviennent soudées l'une à l'autre, diminuant ainsi la surface d'échange avec le milieu). Cependant, ce n'est que sur une des rivières (la Kennebecasis) que nous avons trouvé des dommages significativement plus nombreux, sans que la source directe ne puisse être identifiée. Dans des rivières où nombre de produits chimiques découlant des activités humaines peuvent être retrouvés en concentrations diverses, il peut s'avérer difficile de trouver le ou les agents qui causent ces dommages tissulaires. Toutefois, ces dommages tissulaires peuvent sérieusement empêcher les poissons de relever les défis physiologiques posés par l'adaptation à l'environnement marin. Incapables de s'ajuster à celui-ci ou affaiblis par un coût d'adaptation trop élevé, c'est leur survie qui se trouve menacée avant même d'entreprendre cette partie de leur cycle vital dont seul un nombre restreint reviendra.

## **Indicateurs biotiques de l'impact des interventions forestières sur le milieu aquatique dans le bassin versant de la rivière Cascapédia.**

**Rodríguez<sup>1</sup>, Marco A., Michel Lapointe<sup>2</sup>, Pierre Bérubé<sup>3</sup>, Julie Deschênes<sup>1</sup> et Nicolas Martel<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Université du Québec à Trois-Rivières,

<sup>2</sup> Université McGill,

<sup>3</sup> Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Nous avons examiné l'influence des activités forestières et de la variation environnementale sur deux composantes biotiques des ruisseaux tributaires de la rivière Cascapédia : le saumon atlantique (présence et abondance) et les invertébrés benthiques (diversité, densité, biomasse, spectre de biomasse et structure de communautés). Les interventions forestières ont été quantifiées par SIG selon quatre échelles spatiales : sous-bassin versant, 8 km, 2 km et 0,5 km en amont de chaque site. À toutes les échelles, la probabilité de présence du saumon augmentait dans les tronçons plus larges et plus accessibles de la rivière principale. Dans les tronçons plus larges, la probabilité de présence du saumon diminuait avec les interventions forestières aux échelles de 8 km, 2 km et 0,5 km. À toutes les échelles, la densité de saumons augmentait dans les tronçons plus larges et plus accessibles de la rivière principale. De plus, la densité de saumons diminuait avec les interventions forestières à l'échelle du sous-bassin versant et aux échelles de 8 km et 2 km. L'impact des coupes sur les communautés d'invertébrés semblait être plus important aux plus grandes échelles. La diversité ainsi que la taille moyenne des invertébrés étaient reliées négativement aux coupes forestières récentes, alors que la densité et la biomasse y étaient reliées positivement. La diversité était plus fortement influencée par les coupes forestières que par les variables environnementales, alors que les autres mesures biologiques étaient principalement reliées aux variables environnementales. Bien que les effets apparents des interventions forestières étaient principalement négatifs, ils variaient considérablement en fonction de l'échelle d'analyse et du contexte environnemental. Ces résultats indiquent que la capacité à déceler des impacts forestiers sur le milieu aquatique peut varier en fonction de la mesure biologique utilisée ainsi que de l'échelle spatiale de l'étude.

## **Les effets des coupes forestières intensives sur le transport sédimentaire en milieu fluvial, bassin de la rivière Cascapédia, Gaspésie.**

**Lapointe, Michel**

Département de Géographie, Université McGill.

Par quels mécanismes les coupes forestières ont-elles pu affecter la faune benthique et ichtyologique sur la Cascapédia, tel qu'observé par Rodriguez et al. dans leur communication? Nous testons ici l'hypothèse d'une modification des flux sédimentaires. L'activité extractive a été très intense dans certains sous-bassins de tête de la rivière Cascapédia durant les décennies 1980 et 1990. Ainsi, parmi les bassins versants de superficie inférieure à 10 km<sup>2</sup>, 21% avaient en 2002 des AEC (Aires Equivalentes de Coupe) excédant 30% et 6% excédaient 50%. 3% de ces bassins avaient vu plus de 50% de leur superficie coupée dans les 5 dernières années seulement. Il s'agit là d'une intensité de coupe (et de drainage associée à la voirie forestière) qui, dans plusieurs contextes climatiques, a été associée à un accroissement des débits de pointe de récurrence 1-5 ans, susceptible en théorie de modifier les dimensions de ces petits cours d'eau de tête. Nous avons testé à partir d'un vaste échantillon de sites l'hypothèse que les largeurs des petits tributaires puissent être accrues dans les bassins les plus coupés dans les dernières années. Pour 70 sites dont la superficie du bassin versant se situe entre 1 et 25 km<sup>2</sup>, les anomalies de largeur sont positivement reliées ( $p < 0,003$ ) à l'intensité des coupes effectuées dans les cinq dernières années. Des études à long terme avec bassins pairés seraient nécessaires pour directement tester le scénario suivant: dans les années suivant de fortes coupes, une proportion des petits tributaires s'élargirait suite à un accroissement des débits de pointe, amplifiant par ce fait l'exportation vers l'aval de sédiments fins (sables et limons) provenant du sol forestier en bordure de ces cours d'eau. Un tel phénomène pourrait par la suite entraîner les modifications à la faune benthique et à l'habitat de reproduction des salmonidés des plus grands cours d'eau situés à l'aval.

## **Les effets sur l'habitat du saumon de la construction de la route 172 en 1960 et des coupures de méandres qu'elle a nécessité le long de la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay).**

**Lapointe, Michel**

Département de Géographie, Université McGill

Les rivières sont des systèmes en équilibre dynamique. Par érosion et dépositions constantes sur leur lit et berges, elles s'ajustent, tout au long de leur parcours, pour assurer une continuité dans le transport de l'eau et des sédiments. La somme de ces processus crée dans les vallées une mosaïque d'habitats et un écosystème aquatique productif et très diversifié, mais vulnérable aux perturbations anthropiques. La construction de la route 172 reliant Tadoussac à Chicoutimi le long de la vallée de la rivière Sainte-Marguerite (RSM), entre 1960 et 1964, a été accompagnée de la coupure artificielle de 12 boucles de méandre. Il s'agissait d'une rectification majeure du tracé du cours d'eau qui, dans un secteur de vallée d'une dizaine de km de long, a réduit en quelques années la longueur du cours d'eau de moitié, en y doublant la pente et les forces d'écoulement. Cette perturbation anthropique s'est traduite par une forte réaction et une instabilité du système fluvial au fil des décennies suivantes. On a ainsi constaté une accélération de l'érosion des berges (atteignant 5-6m par année dans certains secteurs) et un re-profilage du cours impliquant dans certains secteurs un affouillement du lit (avec abaissement de 1m) et ailleurs un rehaussement du lit de plus de 2m. L'accélération du transport sédimentaire général dans ces secteurs a eu des effets néfastes, en particulier pour l'habitat de reproduction du saumon dans ces secteurs mais aussi pour la faune et la flore benthique. Cette communication présente des résultats de simulations numériques validées par des données de terrain décrivant la dynamique fluviale de ce tronçon de la RSM sur la période 1960-1995, et qui permettent de simuler son comportement dans les prochains 100 ans. Nous y discutons aussi des évidences de l'impact sur l'activité de reproduction du saumon dans le secteur.

**Lancement d'un programme de recherche sur l'effet des emprises routières et des sels de voirie sur les habitats et les populations d'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*.**

<sup>1</sup>Magnan, Pierre, <sup>2</sup>Michel Lapointe et <sup>1</sup>Marco A. Rodríguez.

<sup>1</sup> Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières

<sup>2</sup> Département de Géographie, Université McGill

Le Gouvernement du Québec a mis de l'avant son projet d'élargir la route 175 allant de Stoneham à Chicoutimi, en la rendant à double voie sur toute sa longueur. Le principal enjeu environnemental de ce projet est que cette nouvelle route impliquera la traversée de plus de 250 cours d'eau de différentes tailles dans le Parc des Laurentides, dont plusieurs abritent des populations d'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*. Le Ministère des Transports du Québec a donc attribué un contrat de recherche à une équipe du CIRSA pour la mise en place d'un programme de recherche visant à évaluer si les mesures prises pour atténuer les impacts des traversées de route sont efficaces pour les milieux aquatiques. Les objectifs de ce programme seront donc d'évaluer, à partir d'une approche « Avant-Après-Amont-Aval », les changements dans la dynamique sédimentaire, la qualité physico-chimique de l'eau, les mouvements, la sélection des sites de reproduction, les taux d'éclosion ainsi que la survie des larves et des juvéniles de l'omble de fontaine, suite à la construction de la route. Un objectif complémentaire de ce programme de recherche sera d'évaluer l'impact de l'utilisation des sels de voirie sur les variables étudiées. Des publications récentes illustrent que l'utilisation des sels de voirie a entraîné une augmentation importante des ions chlorures dans les cours d'eau du Nord-Est des États-Unis et que cela est susceptible d'avoir des impacts sur les communautés aquatiques. Tout en ayant des retombées sociales importantes en termes de gestion adaptative, ce programme de recherche nous permettra de tester des hypothèses plus fondamentales relatives à la sélection de l'habitat, aux mouvements des poissons dans les cours d'eau ainsi qu'aux niveaux des processus évolutifs impliqués dans la sélection des sites de fraye chez l'omble de fontaine. Des résultats préliminaires seront présentés lors de la conférence.