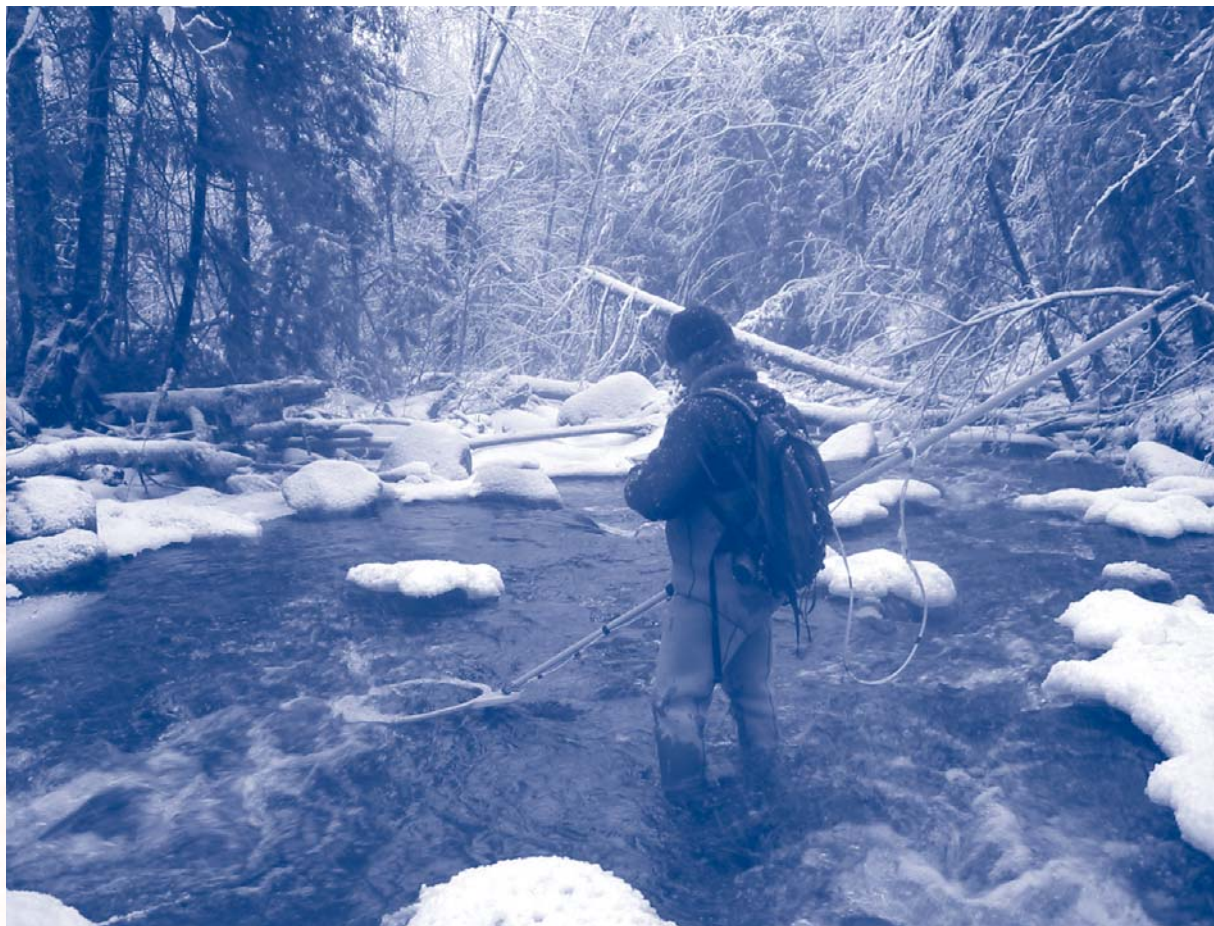


# Rapport Annuel Annual Report 2003-2004



CENTRE INTERUNIVERSITAIRE  
DE RECHERCHE SUR LE  
SAUMON ATLANTIQUE

## MEMBRES ET PERSONNEL

### MEMBERS AND STAFF

#### Membres titulaires / *Principal investigators*

Dr Julian J. Dodson (directeur scientifique / *science director*)  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Tél.: (418) 656-3102 / 3289  
julian.dodson@bio.ulaval.ca

Dr Céline Audet  
Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER)  
Université du Québec à Rimouski, Rimouski  
Tél.: (418) 723-1986 poste 1744  
celine\_audet@uqar.qc.ca

Dr Normand Bergeron  
Institut national de la recherche scientifique  
INRS-ETE, Sainte-Foy  
Tél.: (418) 654-3703  
normand\_bergeron@inrs-ete.quebec.ca

Dr Louis Bernatchez  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Tél.: (418) 656-3402  
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Dr Daniel Boisclair  
Département des sciences biologiques  
Université de Montréal, Montréal  
Tél.: (514) 343-6762  
daniel.boisclair@umontreal.ca

Dr Michel Lapointe  
Département de géographie  
Université McGill, Montréal  
Tél.: (514) 398-4959  
lapointe@felix.geog.mcgill.ca

Dr Joseph Rasmussen  
Department of Biology  
University of Lethbridge, Lethbridge, Alberta  
Tél.: (403) 382-7182  
joseph.rasmussen@uleth.ca

Dr Marco Rodriguez  
Département de chimie-biologie  
Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières  
Tél.: (819) 376-5053 poste 3363  
marco\_rodriguez@uqtr.ca

#### Membres associés / *Associate members*

M. Pierre Bérubé  
Société de la faune et des parcs du Québec  
Direction de la recherche sur la faune, Québec  
Tél.: (418) 521-3955 poste 4359  
pierre.berube@fapaq.gouv.qc.ca

M. François Caron  
Société de la faune et des parcs du Québec  
Direction de la recherche sur la faune, Québec  
Tél.: (418) 521-3955 poste 4377  
francois.caron@fapaq.gouv.qc.ca

Dr Stuart Lane  
School of Geography  
University of Leeds, Leeds, U.K.  
Tél.: 44 113 343 3396  
s.lane@geog.leeds.ac.uk

Dr Michel Leclerc  
Institut national de la recherche scientifique  
INRS-eau, Sainte-Foy  
Tél.: (418) 654-2555  
michel\_leclerc@inrs-ete.quebec.ca

#### Membre honoraire / *Honorary member*

Dr Asit Mazumder  
Department of Biology  
University of Victoria, British Columbia  
Tél.: (250) 472-4789  
mazumder@uvic.ca

#### Personnel / *Staff*

André Boivin  
Superviseur de la station / *Station manager*

Jean-François Bourque  
Biologiste / *Biologist*

Françoise Colombani  
Responsable administrative / *Administration officer*

Colette Dufour  
Aide-cuisinière / *Assistant cook*

Albertine Gauthier  
Chef-cuisinière / *Head cook*

Colette Gauthier  
Aide-cuisinière / *Assistant cook*

Annie Lesvesque  
Entretien ménager / *Housekeeping*

## AU SUJET DU CIRSA (CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHE SUR LE SAUMON ATLANTIQUE)

Conçu en 1994 et inauguré à l'été 1995, le CIRSA regroupe une équipe pluridisciplinaire de chercheurs dont les travaux sont consacrés à l'étude de l'écologie du saumon atlantique. Le CIRSA est le résultat des initiatives conjointes de la compagnie ALCAN, du gouvernement du Québec (ministère de l'Environnement et de la Faune, maintenant Société de la faune et des parcs du Québec), de la Fédération québécoise pour le saumon atlantique, de la Fondation de la faune du Québec, de Développement économique Canada et d'autres organismes à caractère faunique, tous intéressés à la création d'un centre de recherche permanent consacré au développement durable du saumon atlantique. Depuis ses débuts les activités de recherche se sont principalement déroulées sur la rivière Sainte-Marguerite qui se jette dans la baie Sainte-Marguerite située sur la rive nord du fjord du Saguenay, 25 km en amont de sa confluence avec l'estuaire du Saint-Laurent. La station de recherche du CIRSA, qui se trouve sur les bords de la rivière Sainte-Marguerite près de Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay, est administrée par une corporation à but non-lucratif, la Corporation de soutien aux initiatives de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) inc. La corporation contribue également au financement de plusieurs projets du CIRSA. Depuis 1999, l'effort de recherche s'est déployé également sur plusieurs autres rivières à saumon du Québec. ♦

## ABOUT CIRSA (CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHE SUR LE SAUMON ATLANTIQUE)

*Conceived in 1994 and inaugurated during the summer of 1995, CIRSA is a multidisciplinary research team dedicated to the study of Atlantic salmon ecology. CIRSA is the result of the combined initiatives of ALCAN, the Quebec government (ministère de l'Environnement et de la Faune, now Société de la faune et des parcs du Québec), the Fédération québécoise pour le saumon atlantique, the Fondation de la faune du Québec, Canada Economic Development and other organisms, all interested in the creation of a permanent research centre dedicated to the sustainable development of Atlantic salmon. Research activities of CIRSA initially occurred mainly on the Sainte-Marguerite River which flows into Baie Sainte-Marguerite situated on the north shore of the Saguenay fjord 25 km upstream of its confluence with the St. Lawrence estuary. The research station of CIRSA, located close to the shores of the Sainte-Marguerite River near Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay, Quebec is administered by a private, non-profit corporation, the Corporation de soutien aux initiatives de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) inc. The corporation also contributes financially to support several projects of CIRSA. Since 1999, CIRSA's research effort also involves several salmon rivers in other regions of Quebec. ♦*



Équipe du CIRSA à la station de recherche (rivière Sainte-Marguerite), été 2003. (photo: CIRSA)



Les cuisinières de la station, été 2003. (photo: Julie Smith)

## RAPPORT FINANCIER CIRSA INC. AU 31 MARS 2004

## CIRSA INC. FINANCIAL STATEMENT AS OF MARCH 31, 2004

### Revenus / Revenue

Alcan	75 000 \$
Fédération québécoise pour le saumon atlantique	5 500 \$
Fondation de la Faune du Québec	40 000 \$
Faune et Parcs Québec	49 500 \$
Développement économique Canada	65 840 \$
Fondation de l'Université Laval, Alcan	15 000 \$
Commandite colloque (FAPAQ/FFQ)	2 000 \$
Ministère des Ressources Naturelles	30 000 \$
Hébergement et repas et autres	65 357 \$
Subventions campagne de financement / Grants for fund raising	43 609 \$
<b>Total / Total</b>	<b>391 806 \$</b>

### Dépenses / Expenditures

Salaires station / Station salaries	
Assistants de recherche et techniciens / Research assistants and technician	20 738 \$
Personnel de soutien / Station personel	50 731 \$
Responsable administratif / Administration officer	
	41 867 \$
Bourses d'étudiants / Scholarships	10 000 \$
Soutien aux projets de recherche (subventions, salaires, matériel et fournitures) / Research projects support (grants, salary, material and supplies)	160 843 \$
Relations publiques, colloque / Public relations, Cirsa Meeting	2 775 \$
Rapport annuel / Annual report	2 696 \$
Fonctionnement de la station / Field station	49 865 \$
Administration / Administration	15 997 \$
Campagne de financement / fund raising campaign	48 381 \$
<b>Total / Total</b>	<b>403 893 \$</b>
<b>Solde / Balance</b>	<b>-12 087 \$</b>

**Note:** Les chercheurs du CIRSA ont par ailleurs reçu 1,2 million de dollars en subventions pour leurs projets de recherches. / CIRSA researchers have received 1.2 million dollars in grants for their research projects.

## RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS

### Activité du centre en 2003

En 2003, du 28 avril au 1<sup>er</sup> novembre, la station de recherche du CIRSA a enregistré un total de 2718 personnes-jours, ce qui représente la plus grande utilisation de la station par les équipes de recherche depuis les débuts du CIRSA. Six projets du CIRSA qui ont eu leurs activités de terrain sur la Sainte-Marguerite et un projet sur la Betsiamites ont utilisé la station. En 2003-2004, l'effort de recherche s'est déployé sur quatre régions du Québec soit le Saguenay (rivière Sainte-Marguerite), la Côte-Nord (rivières Betsiamites et Laval), la Gaspésie (rivière Grande-Cascapédia), projet « Impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia » et Charlevoix (rivière Malbaie), projet « Efficacité des méthodes de repeuplement ». Le total du nombre de personnes-jours (3323) pour l'ensemble des rivières est relativement stable depuis les dernières années. Des travaux se sont poursuivis sur le terrain tout au cours de l'automne 2003 et de l'hiver et du printemps 2004 (rivières Sainte-Marguerite et Grande Cascapédia). Des travaux de terrain se sont poursuivis jusqu'au printemps 2004 sur la Cascapédia. ♦

## SUMMARY OF ACTIVITIES

### Occupation rate in 2003

In 2003 (April 28 to November 1), the research station of CIRSA logged a total of 2718 person-days, representing the highest level of use of the station by research teams since the beginning of CIRSA. Six projects that conducted field work in Sainte-Marguerite R. and one on the Betsiamites R. used the CIRSA station. The research effort in 2003-2004 was conducted in four regions of Quebec: Saguenay (Sainte-Marguerite River), Côte-Nord (Betsiamites and Laval Rivers), Gaspésie (Grande-Cascapédia River), "Impact of forest cutting on salmon conservation" project, and Charlevoix (Malbaie River), "Assessing population enhancement methodology" project. CIRSA's total research effort reached 3323 person-days in 2003, representing approximately the same research effort as during recent years. Research activity continued during the fall, winter and spring of 2003-2004 (Grande-Cascapédia and Sainte-Marguerite Rivers). ♦

**Tableau 1 :** Effort de terrain (nombre de personnes-jours) du CIRSA depuis 1995.

**Table 1:** CIRSA's research in the field (person-days) since 1995.

Rivières / River	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995
<b>Sainte-Marguerite</b>	2 700	2 125	1 968	1 883	2 510	2 520	2 706	2 438	1 200
<b>Des Escoumins</b>			120	308	351				
<b>Betsiamites</b>	18	20	4	12					
<b>Malbaie</b>	221	290	149						
<b>Petite Cascapédia et Bonaventure</b>			210	610	355				
<b>Grande Cascapédia</b>	378	783	1 028	240					
<b>Rivière Laval</b>	6	85							
<b>Total</b>	<b>3 323</b>	<b>3 303</b>	<b>3 479</b>	<b>3 053</b>	<b>3 216</b>	<b>2 520</b>	<b>2 706</b>	<b>2 438</b>	<b>1 200</b>

## TRAVAUX DE RECHERCHE : NOUVEAUX PROJETS

En 1999, CIRSA a établi un plan quinquennal de recherche pour coordonner ses activités de 2000 à 2005. Les nouveaux projets qui ont débuté au CIRSA depuis 2000 s'inscrivent tous dans ce plan quinquennal. Ainsi depuis l'an 2000, les projets de recherche du CIRSA sont regroupés sous 3 thèmes: **1)** Qualité et aménagement des habitats; **2)** Efficacité des méthodes de repeuplement, et **3)** Déterminisme de l'abondance des stocks. Ce plan quinquennal se terminant au printemps 2005, les chercheurs ont commencé à jeter les bases de leurs futures avenues de recherche. Les projets de recherches du CIRSA seront axés sur les thèmes suivants: impacts anthropiques sur les écosystèmes des salmonidés; conservation de la biodiversité; habitats et productivité; développement d'outils d'analyse et d'intervention. ♦

## THÈME 1 QUALITÉ ET AMÉNAGEMENT DES HABITATS

**Chercheurs principaux:** Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Marco Rodriguez, Joseph Rasmussen, Julian Dodson; **Chercheurs associés:** Pierre Bérubé, Stuart Lane, Asit Mazumder.

Les projets développés ont pour but d'améliorer les connaissances des habitats écologiquement critiques du saumon atlantique et des autres salmonidés et de développer des modèles qui pourront être utilisés par les gestionnaires de rivières à saumon atlantique pour évaluer la productivité des rivières, leur capacité de support et les conséquences de perturbations d'origine naturelle ou humaine sur les habitats du saumon atlantique et des autres salmonidés. Les cinq objectifs spécifiques de ce thème sont: **A)** Développement des modèles d'habitat; **B)** Dynamique d'ensablement et ses effets sur l'habitat de reproduction du saumon; **C)** Habitat hivernal; **D)** Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia; **E)** Écologie alimentaire du saumon.

## DÉVELOPPEMENT DES MODÈLES D'HABITAT

Depuis la fin de 2001, le CIRSA a développé deux projets d'envergure: «Geosalar: utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de saumonneaux en rivière» et «Approche de modélisation de l'habitat des salmonidés à l'échelle du paysage». L'approche de ces deux projets

## RESEARCH: NEW PROJECTS

*In 1999, CIRSA established a five year research plan to coordinate its activities from 2000 to 2005. Since 2000, all the new research projects of CIRSA are integrated in this five year plan. The research projects conducted by CIRSA are pooled according to three themes: **1)** habitat quality and development; **2)** assessing population enhancement methodology, and **3)** determinants of stock abundance. As this five year plan will end at spring 2005, CIRSA researchers began to plan their future research avenues. Research project of CIRSA will be centred on the following themes: anthropogenic impacts on ecosystems of salmonids; preservation of biodiversity; habitat and productivity; development of tools of analysis and intervention. ♦*

## THEME 1 HABITAT QUALITY AND MANAGEMENT

**Principal investigators:** Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Marco Rodriguez, Joseph Rasmussen, Julian Dodson; **Associate scientists:** Pierre Bérubé, Stuart Lane, Asit Mazumder.

*The projects of this theme aim to better understand ecologically critical habitats of Atlantic salmon and other salmonids and to develop habitat models that managers can easily use to estimate a river's productivity and carrying capacity, and to predict the impact of natural and human perturbations on salmonid habitats. The theme includes 5 specific projects: **A)** Habitat model development; **B)** The dynamics of gravel substrate silting and its effect on salmon spawning habitat; **C)** Winter habitat; **D)** Impact of forestry practices on salmon conservation in the drainage basin of Cascapédia River; **E)** Salmon nutritional ecology.*

## HABITAT MODEL DEVELOPMENT

*Since the end of 2001, CIRSA has conducted two ambitious projects: "Geosalar - Modeling Atlantic salmon smolt production using remote sensing and GIS-based methods" and "A Landscape approach to salmonid habitat assessment". The approach is innovative as, following the development of predictive models of habitat quality based at the reach scale, these projects involve the development of models on the distribution and quality of habitat at the level of the entire drainage basin.*

est très innovatrice en ce sens que, faisant suite au développement antérieur de modèles prédictifs de qualité d'habitat à l'échelle locale, elle implique le développement de modèles de la distribution et de qualité d'habitat à l'échelle de bassins-versants entiers.

### Geosalar: utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de smolt en rivière

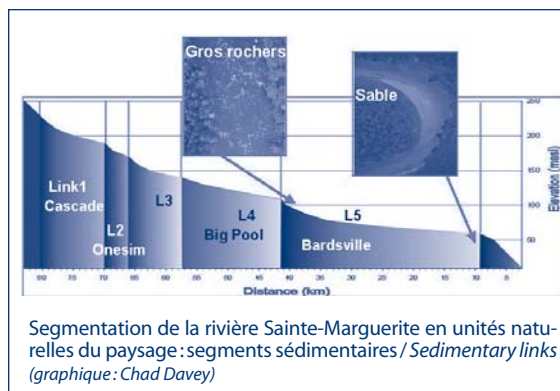
Ce projet consiste à appliquer les développements récents dans le domaine de la géomatique à la problématique de la modélisation de la production de saumon atlantique en rivière en fonction des caractéristiques de l'habitat fluvial. La partie physique du projet consiste à utiliser la photogrammétrie digitale et l'analyse d'image afin de modéliser la disponibilité d'habitat physique du saumon atlantique à partir d'un survol photographique à basse altitude de la rivière et d'images obliques récoltées à différents points le long de la rivière. La partie biologique de ce projet consiste à utiliser les données d'habitat physique afin de modéliser la variabilité spatiale et temporelle de la production de smolts à l'intérieur du bassin de drainage. Ces résultats permettront d'améliorer les modèles empiriques actuellement utilisés pour la gestion des stocks de saumon de la province de Québec. Le projet a quatre objectifs spécifiques: **Objectif 1**: Caractérisation physique de l'habitat fluvial: granulométrie, topographie, etc.; **Objectif 2**: Définition de segments sédimentaires; **Objectif 3**: Mesure de la Vitesse de courant par PIV (particle image velocimetry); **Objectif 4**: Modélisation de la production de smolts. Le projet se déroule sur la rivière Sainte-Marguerite.

#### Objectif 1 - Caractérisation physique de l'habitat fluvial : granulométrie, topographie

- Durant l'année 2002, les données d'imagerie aéroportée ont été utilisées pour produire des cartes donnant la taille moyenne des particules pour les zones exondées du lit avec une précision de  $\pm 11$  mm. En 2003, cette méthode a été étendue aux zones du périmètre mouillé dont le fond est visible sur les imageries aériennes pour produire des cartes de granulométrie moyenne ayant une précision de  $\pm 29$  mm. De plus, il est maintenant possible d'estimer la profondeur des zones peu profondes du périmètre mouillé avec une précision de  $\pm 155$  mm. Ces méthodes d'analyse d'images étant automatisées, nous avons traités toutes les images de la branche Principale, soit un segment de 85 km.
- Pour gérer cet important volume d'information, une interface graphique a été mise au point. Cette interface graphique a été conçue afin qu'un utilisateur puisse entrer un point kilométrique initial et un point kilométrique final. L'interface affiche par la suite les données de granulométrie ou de profondeur le long du

### Geosalar: modelling Atlantic salmon smolt production and fluvial habitat availability using remote sensing and GIS-based methods

This project aims to apply recent advances in geomatics to the problem of modelling salmon production in relation to the availability of fluvial habitat described over the entire stream network. The physical habitat component of the project aims to use digital photogrammetry and image analysis technologies to model the availability of Atlantic salmon fluvial habitat, from low altitude airborne photography of the river and oblique time-lapse photography sampled at different points along the river. The biological component of this project aims to use the physical habitat data to model the temporal and spatial variability of smolt production in the drainage basin. This work will significantly improve the empirical model used to manage the Atlantic salmon stocks in the province of Quebec. **Objective 1**: Physical characterization of fluvial habitat: substrate size, flow depth, bed topography; **Objective 2**: Sedimentary links; **Objective 3**: Flow velocity by PIV (particle image velocimetry); **Objective 4**: Modelling smolt production. The project is conducted on the Sainte-Marguerite River.



#### Objective 1 - Physical characterization of fluvial habitat: substrate size, flow depth, bed topography

- In 2002, data from airborne digital imagery was used to produce average grain-size maps of the exposed bed with precision of  $\pm 11$  mm. In 2003, this method was extended to wetted areas where the bed is visible in the airborne imagery to produce average grain-size maps with precision of  $\pm 29$  mm. Moreover, it is now possible to estimate depth of shallow wetted areas with precision of  $\pm 155$  mm. As these image analysis methods are automated, all the digital images for the 85 km main branch of the Sainte-Marguerite River can be processed.
- A graphic interface has been developed to manage this large dataset. This graphic interface has been conceived so that a user could enter an initial kilometeric point and a final kilometeric point along the river. The interface then displays grain size or depth data along the selected river reach. The interface then displays grain size or depth data

segment de cours d'eau choisi. Il est donc maintenant possible pour un utilisateur d'obtenir instantanément de telles données sur toute la branche Principale.

### Objectif 2 - Définition de segments sédimentaires

- La rivière Sainte-Marguerite a été divisée en unités naturelles du paysage ou segments sédimentaires en utilisant les informations sur la géomorphologie de la rivière et de sa vallée obtenues à partir des photos aériennes (objectif 1) et également à partir de mesures directes sur le terrain. Les segments sédimentaires sont des sections de vallée délimitées par des éléments provoquant une discontinuité dans les caractéristiques du cours d'eau : rétrécissement de la vallée, paroi rocheuse ou fort apport de sédiments d'un tributaire. Ces segments fournissent une échelle à l'intérieur de laquelle s'expriment les tendances longitudinales de la granulométrie, du pourcentage de sable dans les seuils, de la contrainte et de la mobilité du lit. Dans chacun des segments, de l'amont vers l'aval, nos résultats montrent une augmentation longitudinale de la mobilité des sédiments de surface et du pourcentage de sable dans les seuils et une diminution de la grosseur des sédiments du lit et de la contrainte au lit lors des crues.
- Les caractéristiques de la distribution des sédiments en surface du lit étant essentielles à la modélisation de la distribution de bons habitats de fraie ou d'alevinage, les segments sédimentaires seront utilisés pour classer les habitats spécifiques à chaque stade de vie. Nous complétons présentement des analyses de l'emplacement historique des sites de fraie et des patrons récents d'abondance des tacons dans les segments sédimentaires.

### Objectif 4 - Modélisation de la production de smolts

Afin de vérifier si la productivité, les caractéristiques biologiques et la vitesse de migration des smolts diffèrent entre des tronçons présentant des caractéristiques physiques d'habitat différentes, la branche Principale de la rivière Sainte-Marguerite a été divisée en 5 tronçons (utilisation des segments sédimentaires (objectif 2)) par installation d'une trappe de dévalaison à la fin de chacun des secteurs.

- Étonnamment, le secteur entre la trappe principale (km 7) et Bardsville (km 33) semble être le plus productif. Étant donné qu'il y a peu d'habitat de qualité pour les tacons dans cette zone, nous supposons qu'une migration des tacons a lieu lors de l'automne précédant la dévalaison ou lors de la débâcle printanière.
- L'âge à la dévalaison des smolts semble être significativement différent entre les secteurs. Le troisième secteur (km 41 à 33) et la branche Nord-ouest ont davantage de smolts âgés de 3 ans que les autres secteurs. Par contre aucune différence significative n'a pu être

along the selected river reach, thus allowing users to instantly obtain such data for all parts of the main branch.

### Objective 2 - Sedimentary links

- *Sainte-Marguerite River has been divided into natural units or 'sedimentary links' using critical features of valley and stream geomorphology derived from the data acquired from low altitude airborne videography under objective 1 and from sparse, stratified field measurements. Sedimentary links represent the main downstream-fining channel segments bounded by valley discontinuities: valley constriction, local bedrock control or high sediment input from tributaries. These segments provide a natural spatial scale over which longitudinal trends of grain size, sand content in riffles, shear stress and surface grain mobility are expressed. Results indicate downstream longitudinal increases in surface grain mobility and subsurface sand content, while shear stress tends to decrease down links.*
- *Since surface and subsurface sediment distribution characteristics are integral in assessing the suitability of Atlantic salmon spawning and juvenile rearing habitat, the utility of sedimentary links for sectioning life-stage specific habitats is proposed. We are currently completing the analysis of historical spawning site locations and recent parr abundance patterns in the context of these link units.*



Modélisation de la production des smolts sur la Sainte-Marguerite: utilisation de trappes chalut. (photo Jean-François Bourque)

### Objective 4 - Modelling smolt production

*In order to verify if productivity, biological characteristics and migration speed of smolt are different between reaches with different physical habitat characteristics, the Principale branch of the Sainte-Marguerite river was divided in 5 reaches (using sedimentary links) by setting an outmigration trap at the end of each segment.*

- *Surprisingly, the area between the main trap (km 7) and Bardsville (km 33) seems to be the most productive. Given the poor habitat quality of this region for salmon parr, we speculate the occurrence of parr migration during fall before outmigration to sea or during spring breaking up.*

observée entre les secteurs pour le sexe ratio, la taille et la condition corporelle. Cependant, la condition corporelle est significativement plus faible et la taille plus grande en aval (km 7 à 33) que dans les autres secteurs reflétant un processus de smoltification plus avancé.

- La vitesse de migration des smolts pour le deuxième (km 57 à 41) et le troisième secteur (km 41 à 33) est semblable (entre 0,5 et 8,5 km/jour). La vitesse de dévalaison semble être plus rapide dans le secteur le plus en aval de la rivière (km 33 et 7). Dans l'ensemble des secteurs de la branche principale, une augmentation de la vitesse est constatée suite à une élévation rapide de la température.

## Approche de modélisation de l'habitat des salmonidés à l'échelle du paysage

L'hypothèse centrale qui est testée est que la production et la densité de juvéniles ne sont pas déterminées uniquement par la présence et l'abondance des habitats de fraie, d'alevinage et d'hiver, mais plutôt par la disponibilité de combinaisons spatiales fonctionnelles de ces trois catégories d'habitats écologiquement critiques. Cette étude comprend 3 volets: **1)** Relation entre la densité et la distribution des poissons et les traits physiques de segments de la vallée; **2)** Lien entre condition du cours d'eau et caractéristiques géomorphologiques de la vallée; **3)** Évaluation de la production benthique et de la croissance des poissons en fonction des conditions physiques de l'habitat. Le projet se déroule sur la rivière Sainte-Marguerite.



Plongée en apnée pour le dénombrement des tacons, rivière Sainte-Marguerite. (photo: CIRSA)

- *Age of smolt at outmigration seems to be significantly different between reaches. The third segment (km 41 to 33) and the North-west branch seems to contain more 3 year old smolt than the others segments. On the other hand, no significant difference in sex ratio, size and corporal condition was observed between reaches. However, smolt corporal condition is significantly lower and size bigger downstream (km 7 to 33) than in the other segments reflecting a more advanced smoltification process.*
- *Migration velocity of smolt was similar in the second (km 57 to 41) and third segment (km 41 to 33) (0.5 and 8.5 km/day). Migration velocity seems to be faster in the most downstream sector of the river (km 33 and 7). In all sectors of the main stem, there was an increase of migration velocity following a rapid increase of temperature.*

## A Landscape approach to salmonid habitat assessment

The central hypothesis that we are testing is that juvenile salmon density and productivity is not determined by the simple presence or abundance of spawning, nursery, and overwintering habitats, but rather, by the availability of spatially functional combinations of the three ecologically critical habitats. The study is composed of three parts: **1)** Define relationship between fish density and distribution and physical attributes of valley segments; **2)** Link stream conditions to the geomorphological condition of the valley; **3)** Assess benthic productivity and fish growth as a function of physical conditions. The project is conducted on the Sainte-Marguerite River.

### Part 1: Relationship between fish density and distribution and physical attributes of valley segments

The key characteristic of this work is to evaluate the relative effect of environmental conditions noted at different spatial scales (from local scale to landscape) and of spatial arrangement of habitat on salmonid habitat quality. Fish density is taken as an index of habitat quality.

#### Performance of parr densities sampling at night-time

- *Sampling Atlantic salmon parr at night (underwater surveys) may be better than sampling during the day as the abundance of parr is not related to moon phase and cloud cover at night does not seem to affect their density. However, there were significantly more parr closer to shore than in the middle of the river at night. Therefore, the nighttime sampling strategy can be designed without taking moon phase into consideration, but it should include near shore areas in addition to midstream areas. In addition, it has been shown that HPI (habitat probabilistic index) developed using night data retains its predictive value by day, and vice versa. As a result, it is feasible to sample during only one of these two periods to study the summer habitat of parr.*



## Volet 1 : Relation entre la densité et la distribution des poissons et les traits physiques de segments de la vallée

Cette partie du projet évalue les effets relatifs des conditions environnementales observées à différentes échelles spatiales (de l'échelle locale à celle du paysage) et de l'arrangement spatial des habitats sur la qualité des habitats des salmonidés. Dans cette étude, la densité de poissons est prise comme index de qualité de l'habitat.

### Performance des échantillonnages de densité de tacons effectués de nuit

- Les échantillonnages des tacons effectués de nuit (survol visuel par plongées en apnées) semblent plus efficaces que ceux faits de jour. En effet, l'abondance nocturne des tacons n'est pas reliée à la phase lunaire et, la nuit, le couvert nuageux ne semble pas affecter la perception de leur densité. Cependant, la nuit un plus grand nombre de tacons se tiennent plus près des berges qu'au centre de la rivière. Donc, les stratégies d'échantillonnage nocturne pourront être élaborées sans tenir compte la phase lunaire mais elles devront inclure les zones près des berges en plus des zones centrale du cours d'eau. De plus, il a été montré qu'un IPH (indice probabiliste de qualité d'habitat) développé de nuit conserve sa valeur prédictive le jour, et vice versa, donc étudier l'habitat des tacons durant une seule de ces deux périodes est suffisant en été.

### Évaluation de l'échelle spatiale à laquelle l'échantillonnage doit être effectué pour développer des modèles efficaces de qualité d'habitat des tacons

- Sur 32 segments de rivières distribués entre 3 et 80 Km de l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, les tacons de saumon atlantique ont été dénombrés tous les 10 m le long de 2 transects linéaires de 200 m effectués en nageant à contre-courant la nuit. Des régressions multiples ont été réalisées pour développer des modèles prédictifs de densité de tacons observées à différentes échelles spatiales d'échantillonnage (10 m, 20 m, 40 m, 50 m, 100 m). Nos analyses montrent que l'indice de densité de tacons évalué par les plongeurs n'est stable et fiable qu'à partir de portions de 100 m de rivière.

### Corrélation entre des séries spatiales continues de densité de juvéniles et de variables environnementales et effet de l'échelle spatiale d'analyse sur la puissance de ces relations

- Nous avons obtenu des séries spatiales continues de densité des tacons en les dénombrant (plongées en apnée de nuit) aux 20 m le long de deux transects parallèles d'une longueur de 14,7 km, situés sur la branche principale de la rivière Sainte-Marguerite. Pour pouvoir estimer la densité de tacon à différentes échelles spatiales, les données de densités de chacun des segments contigus de 20 m ont été groupées en segments de longueur croissante, allant de 20 m à 1 km.

### Evaluation of the spatial scale most appropriate for sampling to develop efficient models of parr habitat quality

- Numbers of parr were noted at each 10m along two linear transects of 200 m (diving against the current at night) on 32 segments located between 3 to 80 km from the mouth of the Sainte-Marguerite river. Multiple regressions were conducted to develop predictive models of parr density at different spatial scales of sampling (10 m, 20 m, 40 m, 50 m, 100 m). The analyses indicate that parr density index estimated by snorkellers began to be stable and reliable only from river portions of 100 m.

### Correlation between spatially continuous traces of parr density and of environmental conditions and effect of the spatial scale of analysis on these relationships

- We obtained spatially continuous traces of parr density by noting their number (night-time sampling by snorkellers) at each 20 m along two parallel transects of 14.7 km long. In order to estimate fish density at any spatial scale, density data of each contiguous segment of 20 m were pooled in segments of increasing length (from 20 m to 1 km). As environmental conditions were also measured at each 20 m along the same transects, spatial trace of parr density were correlated with traces of environmental conditions in order to develop habitat quality models at different spatial scales that will take into account spatial arrangements of habitat and spatial context characteristics. Environmental variables regarded are: local (depth, flow rate, etc.), regional (description of banks, etc.) and contextual (distance to the nearest tributary or to the nearest spawning site, etc.). Preliminary results indicate that explanatory variables depend on spatial scales of analyses. These spatially continuous traces of parr density will be related to longitudinal profiles of sedimentary links characterized in the Geosalar project.

### Part 3: Spatial patterns of C and N stable isotope signatures of periphyton, benthic invertebrates and fish along the Sainte-Marguerite River and its relationship to flow velocity, and productivity (biomass)

This project aims to examine if spatial variations in isotopic signatures of biological organisms could be used to study spatial patterns of physical, and biological (C and N uptake flux (biological productivity)) processes in rivers and to apply this spatial approach to salmonid habitat assessment.

- Sampling of the Sainte-Marguerite River indicates that the effect of current velocity on the stable isotopic signatures of periphyton is strong enough in nature to be detected relative to other factors influencing those signatures. Water velocity and biomass of periphyton (chlorophyll a) appear to explain a large proportion of the variability in the periphyton  $\delta^{13}\text{C}$  signatures observed in the river and its tributaries. However, there seems to be one or some other factors that override the effect of water velocity on periphyton  $\delta^{15}\text{N}$  signatures in natural streams and rivers: groundwater influence?

Les conditions environnementales ayant été également mesurées au 20 m le long des mêmes transects, ces séries spatiales continues de densité de tacon ont commencé à être corrélées avec des séries continues de conditions environnementales pour faire des modèles de qualité d'habitats à différentes échelles spatiales qui tiendront compte de l'arrangement spatial des habitats ainsi que des caractéristiques de contexte spatial. Les variables environnementales considérées sont: locales (profondeur, vitesse du courant, etc.), régionales (description des berges, etc.) et contextuelles (distance au plus proche tributaire ou à la plus proche frayère, etc.). Les résultats préliminaires montrent que les variables explicatives changent en fonction de l'échelle spatiale d'analyse. Ces profils spatiaux de densités de tacons seront mis en relation avec les profils longitudinaux des différents segments sédimentaires (granulométrie, etc.) caractérisés dans le projet Géosalar.

### Volet 3: Les patrons spatiaux des signatures d'isotopes stables de carbone et d'azote du périphyton, des invertébrés benthiques et des poissons tout au long de la rivière Sainte-Marguerite en relation avec la vitesse du courant et la biomasse de périphyton

L'objectif de ce volet est d'examiner dans quelles mesures les variations des signatures d'isotopes stables de différents organismes biologiques pourront être utilisées pour étudier les patrons spatiaux des processus physiques et biologiques (taux d'assimilation de carbone et d'azote (productivité biologique)) présents dans les rivières et pour appliquer cette approche spatiale à la modélisation de l'habitat des poissons.

- Les données recueillies sur la rivière Sainte-Marguerite indiquent que l'effet de la vitesse du courant sur les signatures d'isotopes stables du périphyton est un facteur suffisamment important pour être détecté en milieu naturel relativement aux autres facteurs influençant ces signatures. La vitesse du courant et la biomasse du périphyton (chlorophylle a) expliquent une bonne partie de la variabilité des signatures de  $\delta^{13}\text{C}$  du périphyton observée dans la rivière et ses tributaires. Par contre, il semble y avoir d'autres facteurs qui annulent l'effet de la vitesse du courant sur les signatures d'azote du périphyton en milieu naturel: influence des eaux souterraines?
- Des résultats préliminaires montrent également que les invertébrés benthiques et les poissons juvéniles reflètent partiellement les signatures de base du périphyton dans différents habitats tout au long de la rivière. La comparaison des patrons spatiaux des signatures de  $\delta^{13}\text{C}$  du périphyton et des éphémères suggère que les périphytons sont des éléments importants dans la diète de ces derniers, cependant ils ne peuvent pas expliquer entièrement leur variabilité en  $\delta^{13}\text{C}$ . Les tacons de saumon suivent le patron spatial des

- Preliminary results indicate that invertebrates and fish reflect the baseline signatures of periphyton in different habitats along the river. Comparison of spatial patterns of periphyton and mayfly  $\delta^{13}\text{C}$  signatures suggest that periphyton are important in the diet of ephemeroptera; however they cannot solely explain the latter's variability in  $\delta^{13}\text{C}$ . Salmon parr follow the spatial patterns of mayflies with larger than expected increases in signatures.



Série spatiale continue de densité de tacons: dénombrement des tacons au 20 m le long d'un transect linéaire de 14,7 km (riv. Sainte-Marguerite) (photo: Patrice Carbonneau; graphisme: Marianne Fradette)

### Habitat quality indices of Atlantic salmon: regional and temporal transferability

This project integrates two large projects of the habitat modelling described above, and is done in collaboration with the Société de la faune et des parcs du Québec. A habitat quality index (HQI) is a means of determining the capability of a habitat for supporting a given population. It is thus necessary to determine the extent to which an HQI model, derived from a given dataset within a river, can be applied to (i) a different river or (ii) the same river in a different year. If HQI models are found to be transferable, it may be possible to predict the habitat quality in rivers where we know the characteristics of the habitat, but lack data on the salmon population.

- Our research has shown that HQI models are regionally and temporally transferable. The transferability of an HQI model depends on the difference between the habitat characteristics of the river which was used to calibrate the HQI model and those of the river to which the HQI model is applied. The same relationship occurs for an HQI model applied to the same river but for a different year: the transferability depends on the difference between the respective habitat characteristics of the different years. The transferability of models is also dependent on the size of the sample. It is possible to utilise the link between the transferability and the difference between the mean habitat characteristics of the rivers or years to predict the accuracy of applying a HQI model for a river or year for which data on the salmon populations are absent.

éphémères (espèce principalement consommée par les tacons), mais avec des augmentations des signatures d'isotopes stables plus grandes qu'attendues.

### Indices de la qualité de l'habitat du saumon atlantique : transférabilité régionale et temporelle

Ce projet s'intègre aux deux grands projets de modélisation de l'habitat décrits plus haut et se fait en collaboration avec la Société de la faune et des parcs du Québec. L'indice de la qualité de l'habitat (IQH) est une façon de déterminer la capacité de support d'un habitat pour une population donnée. Il est donc nécessaire d'évaluer l'applicabilité des modèles d'IQH d'une rivière donnée lorsque qu'on les étend à (i) une rivière différente; ou à (ii) la même rivière mais pour une année différente, afin de prédire la qualité d'un habitat dans des rivières où nous connaissons les caractéristiques de l'habitat, sans connaître celles liées aux populations de poissons.

- Nos analyses ont montré que les indices de la qualité de l'habitat ont une transférabilité régionale et temporelle. La transférabilité d'un modèle d'IQH dépend de la différence entre les caractéristiques moyennes d'habitat de la rivière source utilisée pour calibrer le modèle d'IQH et celles de la rivière cible où ce modèle sera appliqué. Pour un modèle d'IQH appliqué à la même rivière, mais pour une année différente, la transférabilité dépendra de la différence des caractéristiques d'habitat entre les années. La transférabilité des modèles est également dépendante de la taille de l'échantillon. Il est possible d'utiliser le lien entre la transférabilité et la différence entre les caractéristiques moyennes d'habitat de rivières ou d'années différentes pour prédire la pertinence de l'application d'un modèle d'IQH pour une rivière ou une année pour laquelle les données concernant les populations de poissons sont manquantes.

### HABITAT HIVERNAL

Durant la période hivernale, le refroidissement de la température, la diminution du débit et la formation du couvert de glace entraînent des changements de l'habitat du saumon qui influencent le comportement des juvéniles et ont un impact sur leur survie. Ce projet, qui étudie différents aspects de la vie hivernale des saumons en eau douce en relation avec les modifications de leur l'habitat, présente deux aspects : 1) Influence de la proximité spatiale des habitats jour/nuit et de la température sur les déplacements journaliers du saumon atlantique en période hivernale; 2) Prédiction de la formation du couvert de glace; impacts sur l'habitat du saumon atlantique et sur son comportement.

### WINTER HABITAT

*During winter, declining temperature, decreasing flow rate and ice cover formation lead to changes in salmon habitat that influence behaviour and survival of juveniles. This project studies different aspects of juvenile salmon life history in winter in relation with habitat modifications. Two aspects are considered: 1) Influence of proximity of day and night habitat and of temperature on daily (diel) movements of juvenile Atlantic salmon during winter; 2) Prediction of ice cover formation; impacts on Atlantic salmon habitat and behaviour.*



Suivi du déplacement journalier hivernal des tacons au moyen d'une antenne portable (riv. Sainte-Marguerite) (photo: Annie-Ménard)

### Influence of proximity of day and night habitat and of temperature on daily movements of juvenile Atlantic salmon during winter

*As winter approaches, juvenile salmon adopt a nocturnal behaviour. They hide in interstitial refugia during the day and return to the water column at night in areas of low water velocity. These habitat preferences suggest that juvenile salmon make daily movements between their day and night habitat. These daily movements can play a central role in winter survival of juvenile because of high energetic costs linked to movements of fish in cold water. Three sites were selected for the study (Principale branch of the Sainte-Marguerite River, Xavier stream and Allaire stream) in order to compare habitat morphologically different in size and complexity. In fall 2003, parr > 85 mm tagged with passive integrated transponders (PIT tags 23 mm) were tracked individually with portable antenna.*

- *The results indicate that the more a site is wide and homogeneous, the more parr have to move over long distances between their day and night habitat. Our results*

## **Influence de la proximité spatiale des habitats jour/nuit et de la température de l'eau sur les déplacements journaliers du saumon atlantique juvénile en période hivernale**

À l'approche de l'hiver, le saumon atlantique juvénile s'enfuit à l'intérieur des interstices du substrat durant le jour pour n'en ressortir qu'à la tombée de la nuit, sélectionnant alors les zones où les vitesses de courant sont faibles. Ces préférences d'habitats suggèrent que le saumon juvénile effectue des déplacements journaliers. Ces derniers peuvent jouer un rôle important sur la survie hivernale des juvéniles en raison des dépenses énergétiques élevées liées au mouvement des poissons en eau froide. Des travaux ont été effectués à l'automne 2003 sur trois sites de la rivière Sainte-Marguerite morphologiquement différents par leur taille et leur complexité (ruisseaux Xavier et Allaire, branche Principale). Des tacons de > 85 mm marqués avec des transpondeurs passifs (PIT-tag 23 mm) ont été suivis au moyen d'une antenne portable.

- Les résultats indiquent que plus le site est large et homogène, plus les tacons doivent se déplacer sur de longues distances entre leur habitat de jour et de nuit. Nos résultats montrent également que la longueur des déplacements jour/nuit diminue lorsque la température est plus froide, supportant l'hypothèse du rôle de la température dans les comportements jour/nuit. De plus, les tacons sont davantage fidèles à leur habitat de jour qu'à leur habitat de nuit. En effet, environ 80 % du temps, les tacons retournent exactement au même endroit de jour en jour.

## **ÉTUDE DES IMPACTS DES PRATIQUES FORESTIÈRES SUR LA CONSERVATION DE LA RESSOURCE SAUMON DANS LE BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CASCAPÉDIA**

Cette étude consiste à dégager une vue d'ensemble des impacts liés à la déforestation sur les populations de salmonidés et leur habitat dans l'hydrosystème de la rivière Cascapédia et ce, afin d'en assurer la conservation. Les objectifs spécifiques visent à analyser, en fonction des divers types d'interventions forestières, **1)** les réponses biologiques des salmonidés; **2)** les variations spatiales dans la qualité de l'habitat physique en cours d'eau, notamment l'accumulation des sédiments fins et ses effets sur l'habitat de reproduction; **3)** la structure des communautés d'invertébrés benthiques (quantité et qualité de la nourriture disponible aux salmonidés); et **4)** à intégrer les variables significatives d'intérêt dans un système d'information géographique (SIG) afin de modéliser la sensibilité de l'habitat des salmonidés aux différentes modalités de coupe et d'aménagement de la voirie forestière.

also indicate that the length of movements between day and night habitats decrease as temperature becomes colder. Moreover, parr are more faithful to their day than to their night habitat, parr return exactly to the same day-time location from day to day nearly 80% of the time.

## **IMPACT OF FORESTRY PRACTICES ON SALMON CONSERVATION IN THE DRAINAGE BASIN OF CASCAPÉDIA RIVER**

*The main goal of this project is to obtain an overview of deforestation impacts on salmonid habitat and populations in the Cascapédia River to ensure its conservation. Specific objectives aim to analyze, in relation to different types of forestry practices, **1)** biological response of salmonids; **2)** spatial variation of physical habitat quality in streams, especially fine sediment accumulation and their impacts on reproductive habitats; **3)** structure of benthic invertebrates communities (food abundance and quality available for juvenile salmon); and **4)** to integrate biological and abiotic variables into a Geographic Information Systems (GIS) to model the sensitivity of salmon river habitat to different logging and forest road patterns.*

### **Impact of forestry practices on salmonids and other fish communities**

#### **Occurrence and density of juvenile Atlantic salmon in relation to logging activities and environmental context across different spatial scales**

*120 reaches on 22 tributaries of the Cascapédia River were sampled. Forestry practices were quantified using a GIS at four spatial scales: watershed, and 8 km, 2 km and 0.5 km upstream from each site. The relationships among logging activities, environmental features and Atlantic salmon occurrence and densities were examined.*

- *At all spatial scales of observation, the probability of occurrence and density of juvenile Atlantic salmon were influenced primarily by environmental features such as stream size, distance to the mainstem and barriers to migration.*
- *The intensity of logging activities in the last twenty years and the road density seemed to reduce probability of occurrence and density of juvenile Atlantic salmon, but their impacts were conditional on environmental context: **1)** In wider reaches, the probability of salmon occurrence declined with increasing road density in the watershed at the 8 km scale and with increasing logging in the last nine years at the 2 km and 0.5 km scales. **2)** Salmon density declined with increased logging in the watershed over the last 19 years and inside 8 km of sampled sites in the last nine years. At the smallest scales, 2 and 0.5 km, logging*

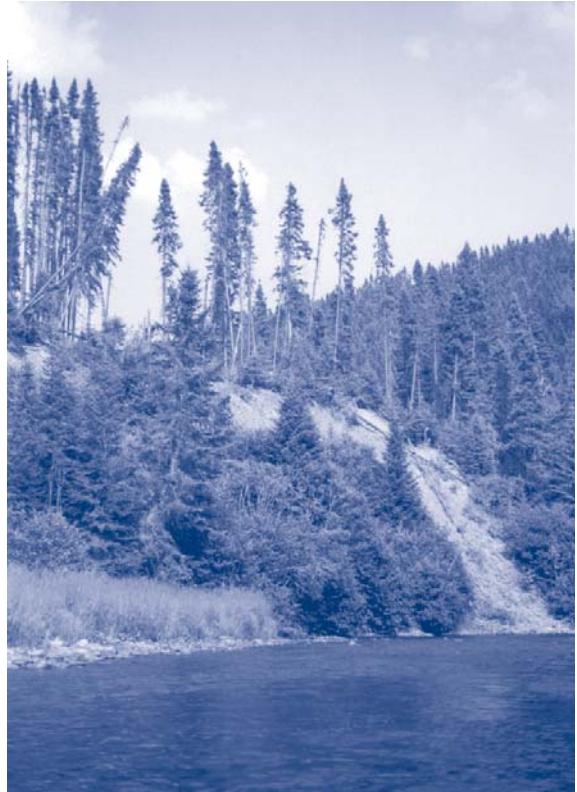
## L'effet des pratiques forestières sur les communautés de salmonidés et celles des autres poissons

### Comment les interventions forestières mesurées à différentes échelles spatiales influencent-elles la probabilité de présence et la densité de saumons juvéniles en relation avec le contexte environnemental

120 tronçons répartis sur 22 tributaires de la rivière Cascapédia ont été échantillonnés. 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. La relation entre les interventions forestières, l'environnement et la présence et l'abondance du saumon atlantique a été examinée à l'aide d'arbres de classification et de régression.

- Pour toutes les échelles d'observation, la probabilité de présence et la densité des saumons juvéniles sont d'abord influencées par des facteurs environnementaux, tels que la taille des ruisseaux, la distance à la branche principale et les barrières de migration. Les saumons sont plus fréquemment retrouvés et généralement en plus grand nombre dans les ruisseaux plus larges.
- Ce sont particulièrement les proportions de coupes forestières de moins de 20 ans et la densité de routes qui semblent réduire la probabilité de présence et la densité des saumons juvéniles, mais ces effets ne sont détectés qu'après avoir tenu compte du contexte environnemental. **1)** Dans les tronçons plus larges, la probabilité de présence du saumon diminue avec l'augmentation de la densité de routes dans le bassin versant à l'échelle de 8 km et avec la proportion de la superficie coupée dans les neuf dernières années aux échelles de 2 km et 0,5 km. **2)** La densité de saumons diminue avec l'augmentation de la superficie du sous-bassin versant coupée depuis 19 ans et avec l'augmentation de la superficie coupée depuis neuf ans à l'intérieur d'un rayon de 8 km. Aux petites échelles de 2 et 0,5 km, les interventions forestières ne semblent pas avoir d'impacts directs sur la densité de saumon. Cependant, à ces échelles, la densité de voirie forestière peut avoir des impacts indirects sur la densité des saumon en entravant leurs mouvements, car la présence de pontceaux favorise parfois l'accumulation de débris ligneux ou la construction des barrages de castor.

activities did not seem to have direct impacts on salmon density. Therefore, forestry practices, such as road construction, may indirectly affect salmon density in limiting their movements, because culverts may induce accumulation of woody debris or construction of beaver dams).



Chablis et glissement de terrain près d'une coupe forestière (ruisseau l'Inlet, tributaire de la Cascapédia). (photo: Julie Deschênes)

### Impact of forestry practices on salmon habitat in the drainage basin of Cascapédia River: physical aspects

#### Impacts of forestry practices on enlargement of small headstreams of the Cascapédia River

The MNR data base shows that about 20% of headwater basins smaller than 5 km<sup>2</sup> had in 2002-2003 an equivalent cutting area (ECA) higher than 30% (5% of these basins had an ECA higher than 50%). Such decrease of the forest cover may increase the strength of frequent flood flows and thus have an impact on the width and depth of small headstreams located near cutting areas. This enlargement could induce an increase of fine sediments production and their export downstream toward bigger streams where salmon spawning habitat are found.

## L'effet des pratiques forestières sur l'habitat des salmonidés dans le bassin-versant de la rivière Cascapédia: aspects physiques

### L'effet des perturbations forestières sur la largeur des cours d'eau de tête de la Cascapédia

La base de données du MRN démontre qu'environ 20% des petits bassins de tête de superficie inférieure à 5 km<sup>2</sup> avaient en 2002-2003 une aire équivalente de coupe (AEC) de plus de 30% (5% de ces bassins avaient une AEC de plus de 50%). De telles réductions du couvert forestier peuvent augmenter les débits de pointe de crue et donc avoir un effet sur la largeur et la profondeur des petits cours d'eau de tête situés près des parterres de coupe; cet élargissement entraînerait une augmentation de la production de sédiments fins et leur exportation vers les plus grands cours d'eau à l'aval, où se retrouve l'habitat de fraie du saumon

- Les caractéristiques de 110 petits tributaires de tête, de 1-3<sup>me</sup> ordre, ayant des bassins de superficie inférieure à 25 km<sup>2</sup> ont été mesurés et intégrés dans un SIG contenant les données sur la superficie des bassins, les patrons de coupes récentes et la densité de routes. Nos analyses statistiques montrent une relation significativement positive entre la largeur des petits cours d'eau de tête (une fois ces largeurs ajustées pour l'effet de la superficie du bassin et la composition granulométrique du lit) et l'intensité des interventions forestières des cinq dernières années dans le bassin drainant un petit cours d'eau. L'effet sur la largeur des petits cours d'eau (intermittents ou pérennes) semble être statistiquement plus fort si les coupes récentes ont été réalisées dans un périmètre de 60 m autour du petit cours d'eau.

### Historique de la relation entre les coupes forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia

Les activités forestières peuvent injecter dans les cours d'eau de grandes quantités de sédiments fins dont l'impact négatif sur la survie des embryons de saumon atlantique a été démontré par le passé. Ce projet a pour objectifs de **1)** établir l'historique des activités forestières (surfaces coupées et chemins forestiers) dans le bassin versant du lac Huard situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia, **2)** reconstituer l'évolution temporelle de la production de sédiments fins dans ce bassin versant par l'analyse de carottes de sédiments lacustres prélevées sur le fond du lac Huard, et **3)** mettre en relation les résultats des objectifs 1 et 2 afin de déterminer l'historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans ce bassin versant.

- L'analyse spatio-temporelle des coupes forestières à l'aide d'un SIG montrent que près de 50% de la

- Characteristics of 110 small, 1-3rd order headwater-tributaries with basin areas smaller than 25 km<sup>2</sup> were measured and integrated in a GIS incorporating basins surface, recent forest cutting patterns and percentage data, and road density. Our analyses indicated a positive and statistically significant relationship between the width of small headstreams (after being adjusted for the effects of basin surface and bed granulometry) and the intensity of the last five years forest practices in the drainage basin of small streams. The statistical effect on the width of these small streams (whether intermittent or perennial) was somewhat stronger for recent cuts occurring within 60 m of the small stream.



Forage des sédiments lacustres à l'aide d'un carottier (printemps 2004, lac Huard, rivière Cascapédia). (photo: Jean-François Bisailon)

### Historical background of relation between forest cutting and fine sediments production in the drainage basin of the Huard lake, Cascapedia River

Forestry practices may inject large amounts of fine sediment in streams which have been shown in the past to reduce the survival of incubating Atlantic salmon embryos. The objectives of this project are to: **1)** establish the historical record of forestry activities (logged areas and forest roads) in the drainage basin of Huard lake located on the Du Lac Branch of the Cascapedia River; **2)** reconstruct the temporal variation of fine sediment production in this basin using the information contained in lacustrine sediment cores sampled at the bottom of Huard Lake, and **3)** Correlate the results of objectives 1 and 2 to determine the historical relationship between forestry activities and fine sediment production in this basin.

- Spatio-temporal analysis of forest logging using a GIS indicates that almost 50% of the basin area was logged in

superficie du bassin versant a été coupée dans les 40 dernières années et que la période la plus intensive des coupes fut entre 1990 et 1995. L'analyse préliminaire des carottes de sédiments semble indiquer une modification récente de la sédimentation fine dans le lac Huard et laisse présager un lien potentiel avec l'activité forestière intense du début des années 1990.

### L'effet des pratiques forestières sur l'habitat des salmonidés dans le bassin-versant de la rivière Cascapédia: aspects trophiques

Nous avons examiné, à l'aide des régressions multiples, l'influence de l'environnement et des activités forestières sur la diversité des invertébrés benthiques de la rivière Cascapédia. Les variables environnementales ont été mesurées pour 45 sites répartis sur 18 tributaires (où l'échantillonnage du zoobenthos a été effectué) et les interventions forestières ont été quantifiées, par SIG, en amont des sites dans des rayons d'influence de 0,5 km, 2 km, 8 km et à l'échelle du sous-bassin versant.

- Les effets négatifs apparents des activités forestières sur la diversité des invertébrés benthiques varient en fonction de l'échelle d'analyse. À l'échelle du sous-bassin versant ainsi que dans un rayon d'influence de 8 km, la diversité diminue principalement avec une augmentation de la proportion de coupes de 1 et 4 ans, alors que dans un rayon de 2 km, la diversité diminue avec une augmentation de la proportion de coupes de 4 ans. Une relation négative entre la densité des routes et la diversité a été détectée, mais seulement dans un rayon d'influence de 0,5 km. D'autre part, la densité des organismes semble aussi être diminuée dans les bassins à forte densité routière (aux échelles du bassin versant, de 2 km et de 8 km).
- La diversité des invertébrés benthiques est également reliée positivement à la variation du niveau de l'eau entre les périodes de crue et d'étiage, à l'érosion des berges, à la taille moyenne du substrat et à la largeur de la vallée. À l'inverse, la diversité est reliée négativement au nombre de débris ligneux dans le cours d'eau, à la pente moyenne du ruisseau, à la couverture arbustive des berges et à la proportion du couvert de feuillus. ♣

## THÈME 2

### EFFICACITÉ DES MÉTHODES DE REPEULEMENT

**Chercheurs principaux:** Louis Bernatchez, Julian Dodson.

Les cinq principaux objectifs de ce thème sont: **1)** comparaison du taux de survie post-smolt entre poissonsensemencés au stade smolt et ceuxensemencés au

the last 40 years and that the most intensive period of cutting was between 1990 and 1995. Preliminary analysis of the sediment cores suggest a recent modification of fine sedimentation in Huard Lake which indicates a possible linkage with the intense forest activities of the early 1990's.

### Impact of forestry practices on salmon habitat in the drainage basin of Cascapédia River: trophic aspects

We measured, using multiple regressions, the influence of environmental variables and forestry practices on the diversity of benthic invertebrates. Environmental variables were measured at 45 sites distributed among 18 tributaries (the same sites where zoobenthos was sampled) and forestry practices were quantified by GIS at four spatial scales: 0.5 km, 2 km, 8 km influence radii upstream of each sampling site, and at the watershed scale.

- Apparent negative effects of forestry activities on benthic invertebrate diversity are scale-dependent. At watershed and the 8 km scale, diversity decreased with increases in the proportion of 1 and 4 year-old cuts while at the 2 km scale diversity decreased with increases in the proportion of 4 year-old cuts. Diversity decreased also with increases of road density but only at the 0.5 km scale. Moreover, the density of organisms also seemed to decrease in basins with high road density at the watershed, 8 km and 2 km scales.
- Diversity was also related positively to amplitude of water level fluctuations, bank erosion, mean substrate size and width of the valley, and negatively to quantity of woody debris in the stream, average stream slope, bank side shrub cover and proportion of deciduous tree cover.

## THEME 2

### ASSESSING POPULATION ENHANCEMENT METHODOLOGY

**Principal investigators:** Louis Bernatchez, Julian Dodson.

The five main research objectives of this project are: **1)** comparison of survival rates (post-smolt) between fish stocked as smolts, those stocked as fry and those produced by natural reproduction; **2)** comparison of survival rates of stocked and wild fry; **3)** comparison of survival and growth rate at sea of female smolt derived from anadromous and precocious fathers; **4)** individual genotyping to compare the reproductive success of spawners derived from stocked and naturally-produced fish; **5)** development of a predictive model to assess the long term consequences of stocking on the genetic integrity of wild populations, relative to different stocking strategies. The project is conducted on the Malbaie River in Charlevoix.

stade alevin et avec celui des poissons sauvages; **2)** comparaison du taux de survie des alevins ensemencés et sauvages; **3)** comparaison de la survie en mer et de la croissance des femelles issues de pères sexuellement précoces et anadromes; **4)** caractérisation génétique individuelle pour comparer le succès reproducteur de géniteurs d'ensemencement et sauvages; **5)** développement d'un modèle prédictif de l'effet à longs termes des ensemencements sur l'évolution de l'intégrité génétique des populations sauvages, selon divers scénarios d'ensemencement. Le projet se déroule sur la rivière Malbaie (Charlevoix).

## Objectif I

Le but de cet objectif est d'évaluer le rendement des ensemencements du saumon atlantique en fonction du stade de vie, du taux de retour (montaisons vs dévalaison), de la mortalité sélective en mer (selon la taille à la smoltification) et de la croissance en mer.

- Seulement environ 50% des smolts ensemencés ont quitté la rivière lors des différentes périodes de dévalaison étudiées (2001 (45%), 2002 (65%) et 2003 (40%)).
- Deux fois plus de géniteurs ont franchi le barrage cette année (324) comparativement à 2002 (153) et trois fois plus qu'en 2001 (104). Lors de la montaison 2003, 83 provenaient de saumons de pisciculture ensemencés au stade smolt. Cela confirme les faibles taux de retour des smolts ensemencés observés les deux années précédentes (en 2002, seulement 15 adultes issus de smolts de pisciculture avait franchi le barrage et en 2001 seulement 35). Pour ces 3 années d'observation, le taux de survie en mer des smolts ensemencés qui ont quitté la rivière (50%) et qui reviennent frayer en rivière en tant que madeleineaux, est au mieux de 0,35%. Comparativement le taux de retour des smolts naturels (ou naturalisés) est de 2,5%. Cependant, les smolts ensemencés participent à la production de saumons naturalisés qui ont eux mêmes un taux de retour de près de 2,5%. De plus les smolts ensemencés doivent être de au moins 15 mm plus grand que les smolts naturels pour augmenter leur taux de survie en mer.

## Objectif 4

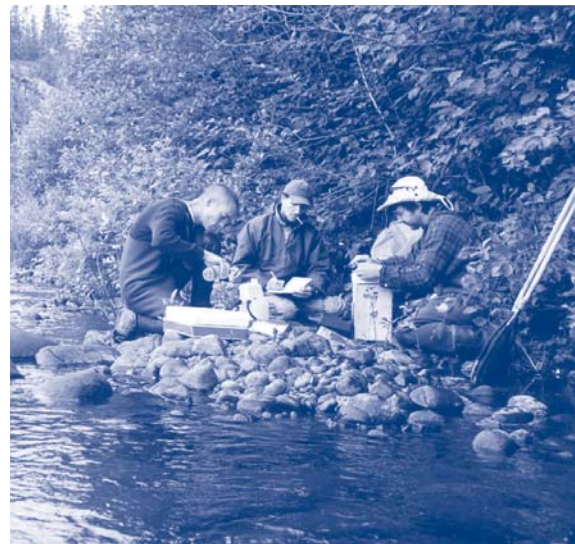
Il y a eu caractérisation génétique individuelle des géniteurs potentiels capturés au barrage (151 en 2002 et 88 des 104 capturés en 2001) et des alevins échantillonnés issus de la reproduction de ces géniteurs (617 en 2002 et 886 des 1031 capturés en 2003) à l'aide de 6 loci microsatellites. Le succès reproducteur de saumons sauvages et issus d'ensemencement a été comparé par réassignation des alevins à leurs parents pour chacune de ces deux années de reproduction.

- Tout comme en 2002 où 529 alevins aient été capturés en aval et 88 en amont du barrage, il a été beaucoup

## Objective 1

*This part of the project aims to measure yield of Atlantic salmon stocking as a function of life stage, return rate (returning vs outmigrating), size-selective mortality at sea (as a function of size at smoltification), and growth at sea.*

- *It seems that only 50% of the stocked smolt actually left the river during the three consecutive outmigration periods (2001 (45%), 2002 (65%) et 2003 (40%)).*
- *Twice as many adults (324) passed the dam in 2003 than in 2002 (153) and three times as many as in 2001 (104). In 2003, 83 were derived from stocked smolt. This confirms the low return rates of stocked smolt observed for the two previous years (in 2002, only 15 adults from stocked smolt passed the dam and in 2001 only 35). For those three years, the survival rate at sea of stocked smolt, who left the river (50%) and returned for spawning as grilse, was at best 0.35%. In comparison the return rate of wild (or naturalized) salmon is 2.5%. Nevertheless, stocked smolt participate in the production of naturalized salmon having themselves a return rate of 2.5%. Furthermore, stocked smolt must be at least 15 mm bigger than wild smolt to increase their survival rate at sea.*



Équipe «Efficacité des méthodes de repeuplement» au travail, rivière Malbaie (photo: équipe thème 2)

## Objective 4

*We genetically characterized potential spawners at the dam (151 in 2002 and 88 of the 104 sampled in 2001) as well as sampled fry resulting from reproduction of those spawners (617 in 2002 and 886 of 1031 captured in 2003) using 6 microsatellite loci. The relative reproductive success of wild and stocked Atlantic salmon was estimated by assigning parentage to a random sample of fry in each of these two reproductive years.*

- *As in 2002, it was again easier in 2003 to obtain fry below (n=683) rather than above (n=348) the dam. This result*



plus facile, en 2003, de récolter des alevins en aval du barrage (n = 683) qu'en amont (n = 348). Ceci confirme l'existence d'une plus grande activité de reproduction en aval du barrage. La production d'alevin n'est donc pas exclusivement produite dans la section amont et ce patron de reproduction semble être un phénomène qui est établi depuis longtemps.

- Pour les 2 années de reproductions, le succès reproducteur s'est avéré être faible pour 12 % des géniteurs potentiels analysés et nul pour environ 30 % d'entre eux. Les saumons sauvages et issus d'ensemencement présentent des succès reproducteurs différents en amont et en aval du barrage et dans les mêmes proportions pour les 2 années : les géniteurs issus d'ensemencement ont tendance à frayer en amont du barrage (où ils ont été ensemencés), tandis que les géniteurs naturels ont tendance à frayer en aval du barrage et y produisent 95,2 % de la progéniture qui a pu être réassignée. De ceux pour qui on a pu montrer qu'ils avaient frayé à la fois en amont et en aval du barrages, 89,2 % étaient des géniteurs naturels.
- Le succès reproducteur varie largement entre les individus (de 1 à 31 alevins assignés par adulte). Les géniteurs naturels (90 % du nombre total des géniteurs recensés à la passe en 2003) contribuent pour environ 5,14 alevins/adulte. Tandis que les géniteurs, ensemencés au stade smolts, produisent une moyenne de 7,13 alevins/adulte, cependant, ils ne représentent que 10 % de la population totale de géniteurs. Ce résultat montre un meilleur succès reproducteur pour les saumons issus d'ensemencement. Ceci reste cependant à confirmer, car 40 % de la progéniture échantillonnée en aval et 9,5 % de celle échantillonnée en amont n'a pu être assignée à aucun des parents. Ceci confirme qu'une proportion importante de géniteurs n'a jamais été capturée à la passe migratoire, suggérant qu'ils pourraient constituer une composante indigène. Ces résultats laissent supposer qu'il subsiste toujours une partie du patrimoine génétique historique du saumon atlantique de la rivière dans le secteur aval du barrage.

## Objectif 5

- Dans un modèle prédictif de l'effet à longs termes des ensemencements sur l'intégrité génétique des populations sauvages, la proportion de rejetons produits par les deux groupes de parents doit être déterminée par utilisation d'un outil de réassignation parentale. Antérieurement à ce projet nous disposions d'un outil d'assignation (PAPA) qui avait été développé expressément pour les systèmes dont nous connaissions tous les géniteurs. Cet outil s'est avéré insuffisant pour ce projet puisque si seulement un des deux parents d'un rejeton a pu être génotypé, celui-ci ne pourra pas être associé au rejeton. Un logiciel (PASOS) a donc été développé spécialement adapté aux systèmes ouverts (comportant des géniteurs non répertoriés). Ce nouveau logiciel comporte également un simulateur qui

*confirms that fry production was far more important below than above the fish ladder. Fry are therefore not suspected to be the result of reproduction solely upstream of the dam, a pattern which appears temporally stable.*

- *For those two reproductive years, reproductive success was weak for 12% of the anticipated spawners and null for nearly 30% of them. Stocked and natural salmon exhibited different relative reproductive success upstream and downstream of the dam, in similar proportions to the previous year. Reproductive salmon derived from stocked fish tended to spawn upstream of the fish ladder (where they are stocked). In comparison, reproductive salmon derived from wild stock tended to spawn downstream of the dam (producing 95.2% of the assigned progeny in total). Of those that were found to have spawned both below and above the dam, 89.3% were reproductive salmon derived from wild stock.*



Installation d'une trappe chalut sur la rivière Malbaie (photo: équipe thème 2)

- *Reproductive success varied greatly among spawners (from 1 to 31 progeny assigned per adult). Spawners derived from wild stock (90% of the total number of reproductive fish sampled at the dam in 2003) contributed an average of 5.14 progeny per adult. Whereas spawning adults derived from stocked smolts produced an average of 7.13 progeny per adult, they represented only 10% of the total number of reproductive fish. This result suggests a better individual reproductive success for stocked individuals. However, this conclusion is still tentative as 40% of progeny downstream and 9.5% of progeny upstream could not be assigned even to one parent. This confirms that an important number of spawning adults were never sampled in the fish ladder, suggesting that they may represent an indigenous component. Those results suggest that a part of the historical genetic patrimony of Atlantic salmon in this river still exists downstream of the dam.*

accepte divers modèles d'erreur de génotypage et, surtout, diverses proportions de géniteurs répertoriés. Nous avons aussi développé une méthode d'interprétation des résultats d'assignation qui permet d'estimer d'une part la portion manquante des géniteurs et, d'autre part, la rectitude des assignations. ♦

## THÈME 3

### DÉTERMINISME DE L'ABONDANCE DES STOCKS

**Chercheurs principaux :** Julian Dodson, Louis Bernatchez, Joseph Rasmussen, Céline Audet; **Chercheur associé :** François Caron.

Les facteurs pouvant affecter l'abondance des stocks sont reliés à leurs caractéristiques de structure démographique, de composition génétique et de reproduction. D'autre part, l'abondance des stocks de saumon peut être influencée par les interactions de compétition avec d'autres espèces qui peuvent limiter l'accès aux ressources nécessaires à la croissance et à la survie. Les trois objectifs spécifiques de ce thème sont : **A)** Caractéristiques de base des stocks de saumon québécois; **B)** Influence des patrons de reproduction sur le succès reproducteur; **C)** Interactions compétitives avec d'autres espèces.

### CARACTÉRISTIQUES DE BASE DES STOCKS DE SAUMON QUÉBÉCOIS

#### Suivi démographique à long terme des populations de saumon de la rivière Sainte-Marguerite (étude comparative entre les deux branches)

- En 2003, le suivi de la dévalaison a été modifié de façon à rencontrer les exigences du projet Géosalar. Six trappes ont été installées à différents secteurs de la rivière plutôt qu'une seule à 7 km de l'embouchure. Avec cette méthode d'échantillonnage, l'estimation du nombre total de smolts dévalant sur la Branche principale est de 1,5 à 3 fois plus élevée que celles de toutes les autres années du suivi. Cela pourrait indiquer que la méthode de suivi utilisée de 1996 à 2002 a probablement sous-estimé l'amplitude de la dévalaison. Par ailleurs sur la branche Nord-Est, où le suivi de la dévalaison a été identique à celui des années précédentes, la production de smolts semble se maintenir. La condition des smolts a diminué sur les deux branches au fil des années. Enfin, le suivi démographique de 2003 confirme que les smolts qui dévalent sur la Nord-Est sont plus gros que sur la Principale et que la Nord-Est est plus productive en terme d'alevins et de tacons que la Principale.

## Objective 5

- To develop a predictive model to assess the long term consequences of stocking on the genetic integrity of wild population, the proportion of progeny issued from both hatchery and wild parents must be determined using a tool to monitor parent-progeny relationships. Prior to this project we used the parental assignment tool PAPA that was developed for closed systems from which all the spawners were known. Although PAPA could be used to assign progeny captured upstream of the dam where almost all spawners are known, PAPA was inappropriate to monitor the downstream part of the river where a significant number of parents are not known. A new software PASOS, designed for open systems (with unknown spawners) was developed. PASOS also includes a simulator that accepts various types of genotyping error and, above all, various proportions of unknown parents. Simulations realized with PASOS will also help to calculate the percentage of missing spawners below the fish ladder. ♦

## THEME 3

### DETERMINISM OF STOCK ABUNDANCE

**Principal investigators:** Julian Dodson, Louis Bernatchez, Joseph Rasmussen, Céline Audet; **Associate scientists:** François Caron.

Stock abundance is influenced by factors related to reproductive characteristics and the demographic and genetic structure of stocks. In addition, abundance may be influenced by competitive interactions with other species that limit access to resources that are necessary for growth and survival. Three objectives are identified: **A)** Basic characteristics of Québec salmon stocks; **B)** Influence of reproductive strategies on reproductive success; **C)** Competitive interactions with others species.

### BASIC CHARACTERISTICS OF QUÉBEC SALMON STOCKS

#### Long-term demographic monitoring of Sainte-Marguerite River's Atlantic salmon populations (Comparative study of the two branches of the river)

- In 2003, monitoring of the outmigration in the Main branch was modified to meet the requirements of the Geosalar project. Six traps were installed in different sectors of the river, rather than only one at 7 km from the mouth of the river. With this sampling method, the estimate of the total number of smolt migrating from the Main branch of the river is 1.5 to 3 fold higher than that of

## INTERACTIONS COMPÉTITIVES AVEC D'AUTRES ESPÈCES

### Héritabilité, interactions gènes- environnement et anadromie chez l'omble de fontaine; implications pour la gestion des pêches et pour le développement de l'aquaculture

L'objectif majeur est d'évaluer de façon quantitative les bases génétiques et environnementales des caractères physiologiques et écologiques associés avec l'anadromie chez l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*). Le projet se déroule sur les rivières Sainte-Marguerite (et ses tributaires) et Laval.

### Partage de l'habitat en eau douce entre les ombles résidants et anadromes avant leur migra- tion (rivière Sainte-Marguerite et ses tributaires)

L'utilisation d'un habitat durant les jeunes stades de vie pourrait jouer un rôle déterminant dans le choix de la future stratégie de cycle vital. La difficulté actuelle de différencier un omble résidant d'un omble anadrome avant la migration nous a conduit à utiliser une approche plus générale pour examiner les différences dans l'utilisation d'habitat des ombles de fontaine juvéniles migrants et résidants. Cela a nécessité l'investigation d'habitats exploités par des ombles provenant de ruisseaux abritant seulement des ombles résidants et de ruisseaux abritant à la fois des ombles et saumons atlantiques anadromes et des ombles résidants. L'habitat exploité par le saumon a été utilisé comme référence pour les ombles migrants dus à leurs similarités bioénergétiques.



Mesure de la taille des smolts lors de la dévaïson 2003. (photo Catherine Bonenfant)

- Comme prédit, les ombles de ruisseaux «résidants-seulement» utilisent surtout des courants faibles (fosses) et il n'y a pratiquement pas de jeunes de l'année dans les courants rapides (seuils) de ce type de ruisseau. Dans les ruisseaux «anadromes-résidants» à la fois les courants rapides et faibles sont exploités par les poissons. De plus, la densité des ombles est plus élevée

all other years of monitoring. This may indicate that the monitoring method used from 1996 to 2002 probably underestimated the extent of outmigration. In the North-East branch, where the monitoring was the same as the precedent years, smolt production appears to be stable. The monitoring of 2003 confirms also that the North-East outmigrating smolt are bigger than those of the Main branch and that the North East produces more fry and parr than the Main branch.

## COMPETITIVE INTERACTIONS WITH OTHERS SPECIES

### Heritability, gene-environment interac- tions and anadromy in brook charr; implications for fisheries management and aquaculture development

The main goal is to measure quantitatively the genetic and environmental bases of those ecological and physiological characteristics associated with anadromy in brook charr (*Salvelinus fontinalis*). The project is conducted on the Sainte-Marguerite (and its tributaries) and Laval rivers.

### Partitioning of the habitat in rivers between resident and anadromous brook trout before outmigration

Habitat use during juvenile stages could play a role in determining future life-history strategies. The inability of differentiating the two forms of brook trout until the moment of migration leads us to take a more general approach to examine the differential habitat use of juvenile migrant and resident brook trout. This required the investigation of habitat use of brook trout in streams containing only residents and streams containing migrant trout and salmon, and resident trout. The habitat use of salmon was used as a surrogate for the habitat use of migrant trout due to similarities in their bioenergetic budget.

- As predicted, trout from resident-only streams employ primarily slow water (pools), compared to fish from anadromous-resident streams where both slow and fast water (riffles) are exploited. There is almost no young trout in riffles of resident-only streams. In addition, the density of trout in pools is higher in resident-only streams compared to anadromous-resident streams. This study, combined with previous results, supports a link between habitat use, metabolic costs and life-history strategies.
- Obstacles to fish movement (waterfalls or poorly constructed culverts) not only impact the presence/absence of species or migrant forms but also impact the overall upstream habitat use. Consequently, certain habitats are not fully exploited when anadromous fish are absent from a system. Unused habitats may be at greater risk of being invaded by exotic species (such as rainbow trout) that may be able to profit from these empty niches.

dans les fosses de ruisseaux «résidants-seulement» que dans les fosses de ruisseaux «anadromes-résidants». Les résultats de cette étude confirment le lien existant entre l'utilisation de l'habitat, les coûts métaboliques et les stratégies de cycle vital.

- Les obstacles au déplacement de poissons (chute ou ponceaux mal installés) influencent non seulement la présence ou l'absence de migrants, mais aussi l'utilisation globale de l'habitat en amont. Cela a pour conséquence que certains habitats ne sont pas complètement exploités quand les poissons anadromes sont absents du système. Ces habitats inutilisés sont plus à risques d'être envahis par des espèces exotiques (comme la truite arc-en-ciel) qui pourraient profiter de ces niches inoccupées.

### Premières estimations d'héritabilité de l'anadromie chez l'omble de fontaine de la rivière Sainte-Marguerite

- Le comportement migrateur (anadromie et résidence) est-il héritable? Y a-t-il isolation reproductive entre les deux formes? Des familles reconstruites ont été utilisées pour répondre à ces questions. À l'aide de marqueurs moléculaires (microsatellites), nous avons pu établir les liens parentaux entre des centaines de jeunes ombles migrants et résidants et leurs parents en milieu naturel. 77% (343) des 445 juvéniles ont été réassignés à différents couples. Nos résultats démontrent que les deux formes ne semblent pas être différenciées génétiquement et qu'elles se reproduisent entre elles. L'héritabilité estimée est de 0,13, ce qui est une valeur faible mais significative. La part des gènes hérités des parents ne semble donc pas jouer un rôle prédominant dans le déterminisme de l'anadromie. Ce résultat devra être confirmé par des analyses supplémentaires.

### Activité thyroïdienne et $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase branchiale chez les ombles de fontaine des rivières Laval et Sainte-Marguerite

- Les hormones thyroïdiennes ( $T_3$  et  $T_4$ ) sont souvent associées à la smoltification. Chez les ombles anadromes, il y a une augmentation printanière de ces 2 hormones ainsi que de l'activité  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase branchiale qui est un excellent indicateur de l'adaptation à l'eau salée. Les concentrations plasmatiques d'hormone thyroïdienne ( $T_3$  et  $T_4$ ) et l'activité  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase branchiale des ombles juvéniles (1+ et 2+) de la rivière Sainte-Marguerite présentent peu de différences entre anadromes et résidants, contrairement à ce qui est observé chez des poissons plus âgés étudiés sur d'autres rivières. Ainsi, sur la rivière Laval, les ombles anadromes ont des concentrations plasmatiques plus élevées en  $T_3$  et  $T_4$  et une activité  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase branchiale plus intense que les ombles résidentes. Ces différences peuvent être liées à l'âge ou à la rivière.

### First estimates of the heritability of anadromy in brook charr in Sainte-Marguerite river

- Are migration tactics (anadromy or residency) heritable? Is there reproductive isolation between the two forms? Reconstructed families were used to answer those questions. Using molecular markers (microsatellites) we established parental relationships between hundreds of migrant and resident juvenile brook trout and their parents in a natural ecosystem. 77% (343) of the 445 juveniles were assigned to different parental pairs. Our results suggest that the two forms are not genetically differentiated and that they reproduce together. The estimated heritability is 0.13 which is a weak but significant value. Thus, genes inherited from parents do not seem to play a major role in determining anadromy. This result must be confirmed with additional research.



Ombles de fontaine résidants du ruisseau Morin (tributaire de la rivière Sainte-Marguerite). (photo: Véronique Thériault)

### Thyroid and gill $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity in resident and anadromous brook charr in Laval and Sainte-Marguerite rivers

- Thyroid hormones ( $T_3$  and  $T_4$ ) are often associated with smoltification. In spring, there is an increase of these two hormones as well as in gill  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity that is a good indicator of adaptation to saltwater. Plasma concentrations of thyroid hormones ( $T_3$  and  $T_4$ ) and gill  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity of juvenile (1+ et 2+) brook charr of the Sainte-Marguerite river present little differences between anadromous and resident forms, contrary to what has been observed with older charr studied in other rivers. In the Laval river, anadromous brook charr present higher level of plasma  $T_3$  and  $T_4$  and greater gill  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity than the resident trout. Differences may be related either to the age or to the river.

### Héritabilité des traits physiologiques liés à l'anadromie chez l'omble de fontaine

- Des expériences ont été effectuées en milieu contrôlé afin d'évaluer les différences physiologiques entre anadromes et résidants et d'étudier l'héritabilité des traits physiologiques liés à l'anadromie. En 2001, 15 familles, soit 10 anadromes pures et 5 hybrides ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ), ont été formées, les géniteurs étant issus des populations anadromes et résidentes en provenance de la rivière Laval. À l'âge de 16 mois, une partie des ombles a été transférée en eau de mer et une partie maintenue en eau douce. Tant en eau de mer qu'en eau douce, ce sont les familles hybrides qui ont démontré la meilleure croissance. De plus, en eau de mer, elles ont montré une bien meilleure résistance aux bactéries pathogènes opportunistes. Enfin, les familles hybrides avaient un taux de maturité sexuelle de 100% à l'âge de 1+ et le ralentissement de croissance attendu dans un tel cas n'a donc pas été observé. En 2002, 24 familles, soit 6 pures anadromes, 6 pures résidentes, 6 hybrides ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ) et 6 hybrides ( $\text{♀R} \times \text{♂A}$ ) ont été produites selon un plan de croisement demi-frère qui permettra de vérifier l'existence possible d'un effet maternel lié à l'héritabilité. Les individus ont été élevés dans des conditions identiques. Au cours de la première année de vie ce sont encore les hybrides ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ) qui ont la meilleure croissance. Il semble donc que l'effet maternel est important dans les jeunes stades de développement.

### Bases génétiques des traits physiologiques liés à l'anadromie

- Chez les salmonidés, l'anadromie se manifeste par des changements dans la forme et la coloration du corps et l'investissement reproducteur différentiel comparativement aux formes résidentes. Il est possible que, lorsque ombles résidents et anadromes forment des populations génétiquement distinctes, la sélection naturelle ait favorisé l'émergence de différence phénotypique adaptative dans les jeunes stades de vie. Ce phénomène a été étudié dans la rivière Laval. Nous avons mis en évidence un effet de la sélection sur l'évolution de la longueur embryonnaire et du volume du sac vitellin entre ces deux formes. Cependant, cette différenciation sélective semble varier selon l'âge des poissons juvéniles et du sexe des parents considérés pour établir la contribution génétique à l'expression de ces traits. De plus, l'incidence de phénotypes associés à l'anadromie est incomplète au sein de familles élevées en milieu contrôlé. Cette observation suggère la présence de variation à certains gènes responsables du contrôle de l'anadromie. Nous avons de fait détecté la présence de gènes de traits quantitatifs pour différents traits associés à l'anadromie, notamment la dimension de la tête, la profondeur du corps, la coloration et le facteur de condition. ♦

### Heritability of physiological traits associated with anadromy in brook charr

- Experiments were conducted in controlled conditions to measure physiological differences between anadromous and resident forms and to study the heritability of physiological characteristics associated with anadromy. In 2001, 15 families, i.e. 10 anadromous and 5 hybrid ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ), were produced, parents being derived from anadromous and resident populations of the Laval river. At 16 months old, some were transferred to sea water and some were maintained in freshwater. In saltwater as well as in freshwater, hybrid families showed better growth. Moreover, those families had much better resistance to pathogenic bacteria. In addition, hybrid families had a sexual maturity rate of 100% at age 1+ and the slowing down of growth, expected in such a case, was not observed. In 2002, 24 families, i.e. 6 pure anadromous, 6 pure resident, 6 hybrid ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ) and 6 hybrid ( $\text{♀R} \times \text{♂A}$ ), were produced following a half-sib cross-breeding plan that may reveal a possible maternal effect linked to heritability. Individuals were reared in controlled identical conditions. During the first year of life, the hybrid families ( $\text{♀A} \times \text{♂R}$ ) had again the better growth. Thus, it appears that the maternal effect is strong during the early stage of life.

### Genetic basis of physiologic traits associated with anadromy in brook charr

- In salmonids, anadromy is associated with major changes in body form and colouration and reproductive investment compared to resident forms. When resident and anadromous brook trout are genetically distinct populations, it is possible that the high fitness demands on anadromous individuals likely involve early phenotypic differentiation. This phenomenon was studied in Laval river. The results indicate that differential selection for embryonic length and yolk sac volume appears to have played a role in the divergence of the two forms. However, such selective differentiation appears to vary with the age of the juvenile fish and the sex of the parent used to estimate genetic contribution in the expression of these traits. Incomplete incidence of phenotypic traits associated with anadromy within families reared in a controlled environment suggests the presence of variation at some genes controlling anadromy. We detected the presence of several genes (quantitative trait loci, QTL) for different traits associated with anadromy, as head size, body depth, colouration and condition factor. ♦

## Thème 1

**Étudiants de 2<sup>e</sup> cycle / M. Sc. students:** Annie Ménard (INRS-ETE); Julie Smith (INRS-ETE); Jean-François Bisailon (INRS-ETE); Gisèle Wagner (INRS-ETE); Judith Bouchard (U. Mtl); Marianne Fradette (U. Mtl); Chad Davey (U. McGill); Mélanie Rousseau (U. McGill); Véronique Trudeau (U. McGill); Katrine Turgeon (UQTR); Nicolas Martel (UQTR); Catherine Bonenfant (U. Laval).

**Étudiants de 3<sup>e</sup> cycle / Ph. D. students:** Frédéric Burton (U. Mtl); Eva Enders (U. Mtl); Mylène Levasseur (INRS-ETE); Christian Latulippe (U. McGill); Jamie Luce (U. McGill); Julie Deschêne (UQTR); Patricia Johnston (INRS-ETE).

**Chercheurs postdoctoraux / Postdoctoral fellows:** Isvan Imre (U. Mtl); Patrice Carbonneau (INRS-ETE et université de Leeds (UK)); Richard Hedger (U. Laval).

**Professionnels de recherche / Research professionals:** Francis Bérubé (INRS-ETE); Jean-François Bourque (U. Laval).

**Assistants de recherche et techniciens / Research assistants and technician:** Sébastien Dupuis (U. Mtl); Hannah Palmer (stagiaire, Cégep Jean-de-Brébeuf); Maxime Dubé (stagiaire, Cégep Bois-de-Boulogne); Marie-Eve Bédard (U. Mtl); Maude Picotin (U. Mtl); François Caty et Sébastien Denizeau (stagiaires IUT, France); Guillaume Bourque (UQAM); Myriam Broué (U. McGill); Tim Haltigin (U. McGill); Karen Ng (U. McGill); Stéphanie Whitehead (U. McGill); Peter Kevork (U. McGill); Sonja Bodmer-Roy (U. McGill); Gregory Kramer (U. McGill); Ji-Hae Kim (U. McGill); Jackie Mann (U. McGill); Michelle Willis (U. McGill); Sylvia Heredia (stagiaire, Cégep Sainte-Foy); Josianne Versailles (stagiaire, Cégep Sainte-Foy); Claude Gauthier (stagiaire, Cégep Sainte-Foy); Simon Canuel (stagiaire, Cégep La Pocatière); Serge Bordeleau (U. Laval); Cathie Bordeleau (U. Laval); Marie-Eve Fortin (U. Laval); Martin Murdock (technicien de la faune); Pierre Baussay (stagiaire, École des mines, France); Geneviève Tremblay (UQAC); Marc-André Pouliot (INRS-ETE); Alain Ducap (U. McGill); Sarah Dick (U. McGill); Julien Castioux (U. McGill); Caroline Aubuchon, (UQTR); Karen Brassard (UQTR); Marie-Josée Gagnon (UQTR); Myriam Chénier-Soulière (UQTR); Fannie Martin (UQTR); Marie-Noëlle Rivard (UQTR).

**Collaborations:** André Roy (U. Mtl); Pierre Francus (INRS-ETE); Marc Gauthier (Directeur général de la Société Cascapédia); Assistance technique du personnel de la Société Cascapédia; Francis Moisan (technicien en géomatique, FAPAQ); Conrad Groleau (technicien de la faune, FAPAQ); Lee-Anne Julyan (technicienne de la faune, FAPAQ); Denise Deschamps (FAPAQ); Tommy Guilbault (technicien de la faune, FAPAQ).

## Thème 2

**Étudiant de 2<sup>e</sup> cycle / M. Sc. student:** Erik Auclair (U. Laval).

**Étudiants de 3<sup>e</sup> cycle / M. Sc. students:** Anne-Marie Gale (U. Laval); Simon Blanchet (U. Laval).

**Professionnels de recherche / Research professionals:** Pierre-Alexandre Paradis (U. Laval); Pierre Duchesne (U. Laval); Lucie Papillon (U. Laval).

**Assistants de recherche / Research assistants:** Timothée Ostiguy, stagiaire (U. Sherbrooke); Robin Martel (U. Laval); Luc Lamontagne (U. Laval).

**Collaborations:** Stéphanie Lachance (biologiste, FAPAQ); Valérie Bujold (biologiste, FAPAQ); Jean-Guy Frenette (technicien de la faune, FAPAQ); Martin Labrèque (technicien de la faune), Caroline Mercier (technicienne de la faune); Ronald Desbiens, Lynda Desrosiers, Mireille Ouellet et tous les autres membres de la Corporation Saumon Rivière Malbaie.

## Thème 3

**Étudiant de 2<sup>e</sup> cycle / M. Sc. students:** Dominique Lavallée (UQAR).

**Étudiants de 3<sup>e</sup> cycle / Ph. D. students:** Geneviève Morinville (U. McGill); Véronique Thériault (U. Laval), Andréane Bastien (UQAR).

**Chercheur postdoctoral / Postdoctoral fellow:** Guy Perry (U. Laval).

**Professionnel de recherche / Research professional:** Jean-François Bourque (biologiste, U. Laval).

**Assistants de recherche et techniciens / Research assistants and technician:** Serge Bordeleau (U. Laval); Cathie Bordeleau (U. Laval); Marie-Eve Fortin (U. Laval); Isabelle St-Cyr (U. Laval); François Martin (U. Laval); Myriam Bélanger (U. McGill); Gregory Kramer (U. McGill); Ji-Hae Kim (U. McGill); France Béland (UQAR); Martin Murdock (technicien de la faune).

**Collaboration:** Dan Ryan (Université de l'Île-du-Prince-Édouard).

## COMMUNICATIONS ET PUBLICATIONS COMMUNICATIONS AND PUBLICATIONS

### Articles avec comité de lecture / Refereed journal publications

AUBIN-HORTH, N. and J.J. DODSON. 2002. Impact of differential energy allocation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) precocious males on otolith-somatic size proportionality: A longitudinal approach. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 59 (10): 1575-1583.

AUBIN-HORTH, N., and J.J. DODSON. 2004. Influence of individual body size and variable thresholds on the incidence of a sneaker male reproductive tactic in Atlantic salmon. Evolution. 58 (1): 136-144.

CAMPBELL, D., P. DUCHESNE and L. BERNATCHEZ. 2003. AFLP utility for population allocation studies: analytical investigation and empirical comparison with microsatellites. Molecular Ecology. 12: 1979-1992.

CARBONNEAU P.E., S.N. LANE and N.E. BERGERON. 2004. Catchment-scale mapping of surface grain size in gravel-bed rivers using airborne digital imagery. Water Resources Research (sous presse / in press).

CARBONNEAU, P.E., S.N. LANE and N.E. BERGERON. 2003. Cost effective non-metric close range digital photogrammetry and its application to the study of coarse gravel river beds. International Journal of Remote Sensing, vol. 24, No. 14, pp. 2837-2854.

CARBONNEAU, P.E., N.E. BERGERON and S.N. LANE. 2004. Predicting concealment space availability in salmonid river gravels. River Research and Applications (accepté avec révision / accepted with revision).

CARBONNEAU, P.E., N.E. BERGERON and S.N. LANE. 2004. Texture based image segmentation applied to the quantification of superficial sand in salmonid river gravels. Earth Surface Processes and Landforms (sous presse / in press).

CASTRIC, V. and L. BERNATCHEZ. 2003. The rise and fall of isolation by distance in the anadromous brook charr (*Salvelinus fontinalis* Mitchell). Genetics. 163: 983-996.

CASTRIC, V. and L. BERNATCHEZ. 2004. Individual assignment test reveals differential restriction to dispersal between two salmonids despite no increase of genetic differences with distance. Molecular Ecology. 13: 1299-1312.

COULOMBE-PONTBRIAND, M. and M. LAPOINTE. 2004. Geomorphic controls, riffle substrate quality and spawning site selection in two semi-alluvial salmon rivers in the Gaspé Peninsula, Canada. River Research and Applications (sous presse / in press).

COULOMBE-PONTBRIAND, M. and M. LAPOINTE. 2004. Landscape controls on boulder-rich, winter habitat availability and their effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr abundance in two fifth-order mountain streams. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences. 61 (4): 648-658.

DAVEY, C.E. and M.F. LAPOINTE. 2004. Longitudinal Patterns of Shear Stress, Grain Size and Mobility in Sedimentary Links. Proceedings of (AGU) - (CGU) joint assembly (17-21 may 2004, Montréal, Canada), published as a supplement to EOS, Transactions, American Geophysical Union, Vol. 85, No. 17, 27 avril.

DESCHÊNES, J. and M.A. RODRÍGUEZ. 2004 (soumis à/submitted to Ecology). Multi-scale analysis of stream fish assemblages by means of hierarchical decomposition of variation.

ENDERS, E.C., D. BOISCLAIR and A. G. ROY. 2003. The effect of turbulence on the costs of swimming for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences. 60 (9): 1149-1160.

ENDERS, E.C., D. BOISCLAIR and A. G. ROY. 2004. (soumis à/submitted to Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences). Differences in the costs of habitat utilization between wild, farmed, and domesticated juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*).

ENDERS, E.C., D. BOISCLAIR and A.G. ROY. 2004. (soumis à/submitted to Journal of Fish Biology). The feeding behaviour of juvenile Atlantic salmon in relation to turbulent flow.

ENDERS, E.C., D. BOISCLAIR and A.G. ROY. 2004. (soumis à/submitted to Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences). A model of total swimming costs in turbulent flow for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*).

GARANT, D., J.J. DODSON and L. BERNATCHEZ. 2004. (soumis à/submitted to Behavioral Ecology and Sociobiology) Offspring genetic diversity increases fitness of female Atlantic salmon (*Salmo salar*).

GIRARD, P., D. BOISCLAIR and M. LECLERC. 2003. The effect of cloud cover on the development of habitat quality indices for juveniles Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 60 (11): 1386-1397.

GUAY, J.C., D. BOISCLAIR, M. LECLERC and M. LAPOINTE. 2003. Assessment of the transferability of biological habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 60 (11): 1398-1408.

IMRE, I. and D. BOISCLAIR. 2004. Age effects on diel activity patterns of juvenile Atlantic salmon: parr are more nocturnal than young-of-the-year. *Journal of Fish Biology*. 64 (6): 1731-1736.

IMRE, I. and D. BOISCLAIR. 2004. (soumis à /submitted to *Journal of Fish Biology*). Moon phase and nocturnal density of Atlantic salmon parr in the Sainte-Marguerite River, Québec.

JOHNSTON, P., N.E. BERGERON and J.J. DODSON. 2004. Diel activity patterns of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in streams with summer water temperature near the temperature-dependent suppression of diurnal activity. *Journal of Fish Biology* (sous presse/in press).

JULIEN, P.H. and N. E. BERGERON. 2002. (soumis à /submitted to *Transactions of American Fisheries Society*; en révision). Effect of fine sediment infiltration on Atlantic salmon (*Salmo salar*) embryo survival.

LAPOINTE M., N.E. BERGERON, F. BÉRUBÉ, M.-A. POULIOT and P. JOHNSTON. 2004. Interactive effects of substrate sand and silt contents, redd-scale hydraulic gradients and interstitial velocities on egg to emergence survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (in press/sous-presse).

LENORMAND, S., J.J. DODSON and A. MÉNARD. 2004. Seasonal and ontogenetic patterns in the migration of anadromous brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 61 (1): 54-67.

LENORMAND, S. and J. J. DODSON. 2004. Role of environment-gene interactions in the evolution of the residency-anadromy dichotomy in brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (en révision /under revision).

LUCE, J. and M. LAPOINTE. 2004. Exploratory analysis of sediment related disturbance on post-spate Periphyton Retention on the Sainte-Marguerite River, Saguenay, Quebec. Proceedings of (AGU) - (CGU) joint assembly (17-21 may 2004, Montréal, Canada), published as a supplement to EOS, Transactions, American Geophysical Union, Vol. 85, No. 17, 27 avril.

MOOKERJI, N., Z. WENG and A. MAZUMDER. 2004. Food partitioning between coexisting Atlantic salmon and brook trout in the Sainte-Marguerite River ecosystem, Quebec. *Journal of Fish Biology*. 64: 680-694.

PERRY G.M.L., L. BERNATCHEZ, B. LAPLATTE and C. AUDET. 2004. Shifting patterns in genetic control at the embryo-alevin boundary in brook charr. *Evolution* (sous presse/in press).

THÉRIAULT, V. and J.J. DODSON. 2003. Body size and the adoption of a migratory tactic in brook charr. *Journal of Fish Biology*. 63: 1144-1159.

TRUDEAU, V. and J.B. RASMUSSEN. 2003. Effects of water velocity on stable carbon and Nitrogen isotope signatures of periphyton. *Limnology and Oceanography*. 48 (6): 2194-2199.

TURGEON, K., and M.A. RODRÍGUEZ. 2004. (soumis à / submitted to *Freshwater Biology*) Predicting habitat selection in juvenile Atlantic salmon by use of logistic regression and classification trees.

Zimmerman, A. and M. Lapointe. 2004. (révisions soumises à /revisions submitted to *Hydrological Processes*). Predicting fine sediment infiltration rates into clean gravels and salmon nests: the case of four, silt-rich Québec streams.

ZIMMERMAN, A. and M. LAPOINTE. 2004. Intergranular flow velocity through salmonid redds: sensitivity to fines infiltration during low intensity sediment transport events. *River Research and Applications* (accepté avec corrections mineures/accepted with minor revisions).

### **Rapports et articles sans comité de lecture/ Research reports and non-refered articles**

AUBIN-HORTH, N. et C. LANDRY. 2004. La particularité des populations de saumon atlantique. *Chronique « Les secrets de Salmo »*, revue Saumons illimités. 68 (27(1)): 40-42.

BAUTE, P. et L. BERNATCHEZ. 2003. De l'interaction entre la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique dans les rivières du Québec. *Chronique « Les secrets de Salmo »*, revue Saumons illimités. 67 (26(3)) : 30-32.

BERGERON, N., M. LAPOINTE, F. BÉRUBÉ, M.-A. POULIOT, P. JOHNSTON, G. WAGNER et M. LEVASSEUR. 2003. Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia: Développement de nouveaux critères sédimentologiques de qualité du substrat de fraie du saumon atlantique. Rapport remis au Ministère des Ressources Naturelles du Québec, volet 1 Expérimentation, Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, 46 p.

BÉRUBÉ, F., M. LEVASSEUR, M.-A. POULIOT et N. BERGERON. 2003. Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés, Rapport d'étape no. 2, Volet Environnement du Fonds des Priorités Gouvernementales en Sciences et Technologies, 21 p.

BÉRUBÉ, F., M. LEVASSEUR, N. BERGERON et M.-A. POULIOT. 2003. Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés, Rapport final, Volet Environnement du Fonds des Priorités Gouvernementales en Sciences et Technologies, 84 p.



BÉRUBÉ, F., M. LEVASSEUR, N. BERGERON et M.-A. POULIOT. 2004. Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés. Rapport synthèse, Volet Environnement du Fonds des Priorités Gouvernementales en Sciences et Technologies, 17 p.

HEDGER, R., J.J. DODSON, J.-F. BOURQUE, N. BERGERON et F. CARON. 2004. Comment évaluer la qualité de l'habitat des jeunes saumons. Chronique «Les secrets de Salmo», revue Saumons illimités. 69 (27(2)): 38-41.

LAPOINTE, M., P. BERUBE et M. RODRIGUEZ. 2004. Impacts des pratiques forestières sur la ressource salmonicole dans le bassin de la Rivière Cascapédia, Gaspésie. Paru dans le Compte-Rendu du Forum de transfert sur la recherche en aménagement et en environnement forestiers, tenu le 6 avril 2004 à Québec, Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies et Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. pp. 59-65.

WHORISKEY, F.G., C. AUDET and J. JANSOONE. 2003. Investigation of possible toxicant induced gill abnormalities in Atlantic salmon smolts in Western Fundy rivers. Report to the NB Wildlife Trust Fund.

### Thèses / Theses

ENDERS, E.C. 2004. Les coûts énergétiques de l'activité des juvéniles du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) dans un écoulement turbulent. Département de sciences biologiques, Université de Montréal. Thèse de doctorat (Direction D. Boisclair).

OUELLET, D. 2003. Variations de la croissance, maturité sexuelle et physiologie chez l'omble de fontaine anadrome (*Salvelinus fontinalis* Mitchill: influence de la sélection. Université du Québec à Rimouski. Mémoire de maîtrise (Direction C. Audet).

TURGEON, K., 2004. Prédiction de la sélection du micro-habitat chez les juvéniles du saumon atlantique (*Salmo salar*) à l'aide de la régression logistique et des arbres de classification. Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières. Mémoire de maîtrise (Direction M. Rodríguez). ♦

## LES PARTENAIRES / PARTNERS

Alcan

Association des pêcheurs sportifs de la Bonaventure inc. (APSB)

Association des pêcheurs sportifs des rivières Cascapédia (APSRC)

Association de la rivière Sainte-Marguerite inc. (ARSM)

Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG/NSERC)

Corporation de gestion de la rivière des Escoumins (CGRSE)

Corporation de pêche Sainte-Marguerite (CPSM)

Corporation de soutien aux initiatives de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) inc.

Corporation Saumon rivière Malbaie

Développement économique Canada (DEC/ECD)

Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA)

Fédération du saumon atlantique (FSA/ASF)

Fondation de la faune du Québec (FFQ)

Fonds des Priorités Gouvernementales en Sciences et Technologies-Environnement (FPGST-E)

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) - Fonds Forestier

Genivar

GEOIDE (Réseau canadien de centres d'excellence)

Hydro-Québec

Ministère des Ressources naturelles, de la faune et des parcs (MRNFP)

Parc Marin du Saguenay St-Laurent

Société Cascapedia inc.

Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ)

Société pour la restauration de la rivière Betsiamites

Station piscicole de Baldwin Mills

Station piscicole de Tadoussac

## CONFÉRENCES, POSTERS

### CONFERENCE PRESENTATIONS, POSTERS

Les membres du CIRSA ont présenté 48 conférences et posters (consulter notre site web ([www.bio.ulaval.ca/CIRSA](http://www.bio.ulaval.ca/CIRSA)) pour la liste détaillée) dans le cadre de plusieurs congrès nationaux et internationaux dont entre autres :

*CIRSA members have presented 48 conferences and posters (see our web site for detailed list) in several national and international meetings including:*

- Symposium of the Fisheries Society of the British Isles (Norwich, United Kingdom, 30 juin - 4 juillet 2003)
- Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française (Montréal, Québec, 27 juillet - 1<sup>er</sup> août 2003)
- 133<sup>rd</sup> annual meeting of the American Fisheries Society (AFS) (Québec, QC, 10-14 août 2003)
- European Society for Evolutionary Biology (ESB 2001) (Leeds, UK, août 2003)
- AquaNet III 2003 (Vancouver, BC, 25-28 octobre 2003)
- Genetics in Aquaculture VIII (Puerto Varas, Chile, 9-15 novembre 2003)
- Molecular Ecology Conference, Annual Meeting (New Zealand, Pounaweá, décembre 2003)
- Marcuba VI Congress of Marine Sciences (La Havane, Cuba, décembre 2003)
- Conférence Canadienne de Recherche sur les Pêches (St-Johns, Terre-Neuve, 8-10 janvier 2004)
- Réunion conjointe de la Société Canadienne de Zoologie (SCZ) et de la Société de Microscopie du Canada (SMC) (Wolfville, Nouvelle-Écosse, 11-15 mai 2004)
- Ecology and Ethology colloquium (Université de Toronto, Toronto, Ontario, 10-12 mai 2004)

*suite/continued* ➤

- American Geophysical Union (AGU) - Canadian Geophysical Union (CGU) joint assembly (Montreal, 17-21 mai 2004);

Les membres du CIRSA ont également présenté les résultats de leurs recherches lors de plusieurs réunions de Société de la faune et des parcs du Québec (mars, avril et octobre 2003) et lors d'assemblées publiques (projet Truite de Mer: Sacré-Cœur, mai 2003; Rivière-à-Mars, juin 2003; Chicoutimi, septembre 2003 et projet Efficacité des méthodes de repeuplement, La Malbaie, mai et octobre 2003).

*CIRSA members have also presented results of their projects in several meetings of the Société de la faune et des parcs du Québec (March, April and October 2003) and in public meetings (Brook charr project: Sacré-Cœur, May 2003; Rivière-à-Mars, June 2003, Chicoutimi, September 2003 and assessing population enhancement methodology project: La Malbaie, May and October 2003).*



## RÉUNION SCIENTIFIQUE DU CIRSA SCIENTIFIC MEETING OF CIRSA

Le CIRSA a tenu les 10 et 11 mars 2004 à l'université Laval, Québec, sa septième réunion scientifique annuelle. Environ 80 personnes ont assisté à ces deux journées, marquées par la présentation de 27 communications orales présentées par les membres du CIRSA (voir notre site Web ([www.bio.ulaval.ca/CIRSA](http://www.bio.ulaval.ca/CIRSA))).

*The seventh annual scientific meeting of CIRSA was held between the 10<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> of March 2004 at Laval University, Quebec City. 80 persons attended the two-day meeting, where 27 oral communications were presented by members of CIRSA (see our Web site).*

## **ADMINISTRATEURS CIRSA INC.**

## **ADMINISTRATORS CIRSA INC.**

M. Gilles L. Duhaime  
Président, CIRSA inc.

Mme Nadia Ghazzali  
Adjointe au Vice-recteur à la recherche,  
Université Laval

M. Jean-Pierre Mailhot  
Secrétaire, CIRSA inc.  
Directeur, MAPAQ

M. Richard Poulin  
Trésorier CIRSA, inc.

M. Julian Dodson  
Directeur scientifique, CIRSA

M. Louis Vaillancourt  
conseiller juridique, CIRSA inc.  
Avocat, Ogilvy Renaud

M. Louis Aubry  
Vice-président, FAPAQ

M. Bernard Beaudin  
Président, Fondation de la Faune du Québec

M. Christian Cholette  
Directeur département des sciences fondamentales, UQAC

M. Joseph Hubert  
Vice-doyen à la recherche, Université de Montréal

M. Louis Lefebvre  
Directeur de la mineure en Science et Art,  
Professeur de biologie, Université McGill

M. Yvon Côté  
Président, FQSA

M. Pierre Tremblay, O.C.

M. Mathieu Bouchard  
Vice-Président, Communications,  
Affaires stratégiques et environnementales, ALCAN

M. Charles Cusson  
Directeur des programmes (Québec), FSA

M. Stéphane Audy  
Avocat, Kronstron Desjardins

M. Hughes Michaud  
Directeur, Parc Saguenay Canada



Photo aérienne de la station de recherche du CIRSA (photo : Patrice Carbonneau)

## COMMENT NOUS JOINDRE

---

### HOW TO REACH US

CIRSA  
Département de biologie  
Université Laval, Sainte-Foy  
Québec, Canada  
G1K 7P4

(418) 656-3102 / 3289 (Julian Dodson)  
(418) 656-2681 / 3289 (Françoise Colombani)  
(418) 656-2043 et (418) 656-2339 (télécopieur / fax)

#### **adresse électronique / E-mail**

[cirsa@cirsa.ulaval.ca](mailto:cirsa@cirsa.ulaval.ca)

#### **site internet / Web site**

[www.bio.ulaval.ca/CIRSA](http://www.bio.ulaval.ca/CIRSA)

#### **à la station de Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay**

(15 mai-15 septembre)

#### **at the research station, Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay**

*(May 15-September 15)*

(418) 236-9411 (téléphone / telephone)  
(418) 236-9412 (télécopieur / fax)

#### **CIRSA inc.**

86, chemin Saint-Louis  
Québec (Québec)  
G1R 2B9