

Rapport Annuel Annual Report 2005-2006



CENTRE INTERUNIVERSITAIRE
DE RECHERCHE SUR LE
SAUMON ATLANTIQUE

MEMBRES ET PERSONNEL

MEMBERS AND STAFF

Membres titulaires / Principal investigators

Dr Michel Lapointe (directeur scientifique/*science director*)
Département de géographie
Université McGill, Montréal
Tél.: (514) 398-4959
michel.lapointe@mcgill.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
Centre Eau, Terre et Environnement, Québec
Tél.: (418) 654-3703
nbergeron@ete.inrs.ca

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

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

Dr Julian J. Dodson
Département de biologie
Université Laval, Québec
Tél.: (418) 656-3289
julian.dodson@bio.ulaval.ca

Dr Pierre Magnan
Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières
Tél.: (819) 376-5011, poste 3375
Pierre.Magnan@uqtr.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
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune,
Direction de la recherche sur la faune, Québec
Tél.: (418) 521-3955, poste 4359
pierre.berube@fapaq.gouv.qc.ca

Dr Thomas Buffin-Bélanger
Département des sciences humaines
Université du Québec à Rimouski, Rimouski
Tél.: (418) 723 1986, poste 1577
thomas_buffin-belanger@uqar.qc.ca

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

Dr Michael Church
Michael Church
Geography Department
University of British Columbia, Vancouver
Tél.: (604) 822-6959
Mchurch@geog.ubc.ca

Dr Stuart Lane
Department of Geography
University of Durham, U.K.
Tél.: 44 191 334 1818
s.n.lane@durham.ac.uk

Dr Michel Leclerc
Institut national de la recherche scientifique
Centre Eau, Terre & Environnement, Québec
Tél.: (418) 654-2555
michel_leclerc@ete.inrs.ca

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

Membre honoraire / Honorary member

Dr Asit Mazumder
Department of Biology
University of Victoria, 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*

Albertine Gauthier
Chef-cuisinière / *Head cook*

Edith Bouliane
Aide-cuisinière / *Assistant cook*

Thérèse Deschênes
Entretien ménager / *Housekeeping*

AU SUJET DU CIRSA (CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHE SUR LE SAUMON ATLANTIQUE) ET DE AQUASALMO R&D INC.

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 ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 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. Durant les premières années, 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. Depuis 1999, l'effort de recherche s'est déployé également sur plusieurs autres rivières à saumon du Québec. 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 un organisme à but non-lucratif, Aquasalmo R&D inc. Cet organisme contribue également au financement de plusieurs projets de recherche du CIRSA. ♦

ORIENTATIONS DE RECHERCHES

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 (voir plus loin les faits saillants des résultats de ces 3 thèmes pour 2005-2006). Depuis le début de 2006, 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. Les nouveaux projets qui ont débuté en 2006 s'inscrivent dans ces nouveaux thèmes: «Variation spatio-temporelle de la distribution des stocks du saumon atlantique et impact de la pêche d'interception au Groenland», «L'invasion de la truite arc-en-ciel au Québec», «Effet des emprises autoroutières et des sels de voiries sur les habitats et les populations d'omble de fontaine». ♦

ABOUT CIRSA (CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHE SUR LE SAUMON ATLANTIQUE) AND AQUASALMO R&D INC.

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 ministère des Ressources naturelle et de la Faune, 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 were initially centered mainly on the Sainte-Marguerite River which flows into Baie Sainte-Marguerite situated on the north shore of the Saguenay fjord. Since 1999, CIRSA's research effort also involves several salmon rivers in other regions of Quebec. 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 organism, Aquasalmo R&D Inc. This organism also contributes financially to support several research projects of CIRSA. ♦

RESEARCH DIRECTIONS

*Since 2000, all the research projects of CIRSA are pooled according to three themes: **1)** habitat quality and development, **2)** assessing population enhancement methodology and **3)** determinants of stock abundance (see later the keys findings of these 3 themes for 2005-2006). Since the beginning of 2006, CIRSA researchers have been planning their future research directions. In the future, projects 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. The new projects that began in 2006 are integrated in these themes: "Spatio-temporal variation of Atlantic salmon stock distribution and effects of the interception fishery in Greenland", "Rainbow trout invasion in Québec", "Effect of motorway influence and roadway salts on brook charr populations and their habitats". ♦*

RAPPORT FINANCIER AQUASALMO R&D INC. AU 31 MARS 2005

AQUASALMO R&D INC. FINANCIAL STATEMENT AS OF MARCH 31, 2005

Revenus / Revenue

Alcan	75 750 \$
Fondation de la Faune du Québec	20 000 \$
Développement économique Canada	14 190 \$
Ministère Développement économique Innovation et Exportation (MDEIE)	50 000 \$
Fondation de l'université Laval, Alcan	8 000 \$
Don CGI	30 000 \$
Don GazMétro	20 000 \$
Commandites colloque (MRNF/FFQ)	2 000 \$
Hébergement et repas et autres	16 205 \$
Total / Total	236 145 \$

Dépenses / Expenditures

Salaires station/ <i>Station salaries</i>	38 820 \$
Salaire administration / <i>Administration salary</i>	48 545 \$
Soutien aux projets de recherche / <i>Research projects support</i> (subventions, salaires, matériel et fournitures / <i>grants, salaries, material and supplies</i>)	59 761 \$
Colloque, relations publiques / <i>Cirsa Meeting, Public relations</i>	2 236 \$
Rapport annuel / <i>Annual report</i>	2 882 \$
Fonctionnement de la station / <i>Field station</i>	30 848 \$
Administration / <i>Administration</i>	9 894 \$
Divers	1 645 \$
Total / Total	194 631 \$
Solde / Balance	41 514 \$

Note: Une partie du solde positif au 31 mars 2006 a permis à Aquasalmo de combler l'important déficit de l'année 2004-2005. La balance sera entièrement utilisée durant l'exercice 2006-2007 et permettra à Aquasalmo de mener à bien ses opérations au cours de cette année financière. Les chercheurs du CIRSA ont par ailleurs reçu près d'un million de dollars en subventions pour leurs projets de recherches.

Note: Part of the positive balance as of 31 March 2006 enabled Aquasalmo to cover the important deficit of 2004-2005. The remaining balance will be completely used during the financial year 2006-2007 and will allow Aquasalmo to conclude its operations during that financial year. CIRSA researchers have received one million dollars in grants for their research projects.

RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS

Activité du centre en 2005

En 2005, du 2 mai au 23 septembre, la station de recherche du CIRSA a enregistré un total de 880 personnes-jours. Cependant plusieurs projets ont encore eu des activités de terrain jusqu'en décembre sur la rivière Sainte-Marguerite (26 personnes-jours). Cinq projets du CIRSA qui ont eu leurs activités de terrain sur la Sainte-Marguerite ont utilisé la station. Plusieurs projets qui avait des activités sur la rivière Sainte-Marguerite sont soit terminés ou ont diminué leurs activités de terrain et sont en phase d'analyse, ce qui s'est traduit par une fréquentation de la station inférieure à celle de l'an passé. Par contre, les activités de terrain du CIRSA se sont étendues cette année à un plus grand nombre de rivières et l'activité de terrain sur l'ensemble des rivières (1742 personnes-jours) a, de ce fait, été sensiblement identique à celle de l'an dernier. La plus grande partie des activités de terrain du projet Geosalar II se sont déroulées sur les rivières de la région de Gaspé (York, Dartmouth et St-Jean). Le projet «Efficacité des méthodes de repeuplement» a poursuivi ses travaux cet été sur la rivière Malbaie et en a également eu sur les rivières du Gouffre et Matane. Le projet «Bases génomiques fonctionnelles de l'adaptation locale» a eu des activités de terrain sur la rivière Sainte-Marguerite et également sur les rivières Trinité, Laval, St-Jean, Dartmouth et Causapsal. ♦

SUMMARY OF ACTIVITIES

Occupation rate in 2005

In 2005 (May 2 to September 23), the research station of CIRSA logged a total of 880 person-days. However, research activity continued until December on the Sainte-Marguerite River (26 person-days). Five projects conducted field work on Sainte-Marguerite River and used the CIRSA station. Decreased occupation in 2005 was largely due to the fact that several projects were either completed or decreased their field activity and are in the analysis phase. On the other hand, the research effort in 2005-2006 was conducted on more rivers and overall CIRSA's total research effort (1747 person-days) was approximately the same as last year. The greater part of the Geosalar II project was conducted on Gaspé rivers (York, Dartmouth and St-Jean). The project "Assessing population enhancement methodology" pursued field work in the Malbaie River, but had also some activities on the du Gouffre and Matane Rivers. The project "Functional genomics basis of local adaptation" had some field works on the Sainte-Marguerite River and also on Trinité, Laval, St-Jean, Dartmouth and Causapsal 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	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995
Sainte-Marguerite	906	1508	2700	2125	1968	1883	2510	2520	2706	2438	1200
Des Escoumins					120	308	351				
Trinité	44										
Betsiamites			18	20	4	12					
Malbaie	218	207	221	290	149						
Petite Cascapédia et Bonaventure					210	610	355				
Grande Cascapédia		12	378	783	1028	240					
York et Baie de Gaspé	310	52									
Rivière Laval	16		6	85							
Dartmouth	213										
Saint-Jean	16										
Matane	4										
Causapscal	16										
Du Gouffre	3										
Saint-Charles	1										
Total	1747	1779	3323	3303	3479	3053	3216	2520	2706	2438	1200

THÈME 1

QUALITÉ ET AMÉNAGEMENT DES HABITATS

Chercheurs principaux: Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Marco Rodriguez, Julian Dodson; **Chercheurs associés:** Pierre Bérubé, François Caron, Stuart Lane, Thomas Buffin-Bélanger, Michael Church, Joseph Rasmussen.

Les projets développés ont pour but d'améliorer les connaissances des habitats écologiquement critiques du saumon atlantique et des autres salmonidés qui partagent le même territoire 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 la qualité et la quantité des salmonidés. Les 3 objectifs spécifiques de ce thème encore à l'étude en 2005-2006 sont: **A)** Développement des modèles d'habitat; **B)** Habitat hivernal; **C)** Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon.

THEME 1

HABITAT QUALITY AND MANAGEMENT

Principal investigators: Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Marco Rodriguez, Julian Dodson; **Associate scientists:** Pierre Bérubé, François Caron, Stuart Lane, Thomas Buffin-Bélanger, Michael Church, Joseph Rasmussen.

The projects of this theme aim to better understand ecologically critical habitats of Atlantic salmon and other salmonids sharing the same habitats 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 the quantity and the quality of salmonid habitats. The theme includes 3 specific objectives in 2005-2006: **A)** Habitat model development; **B)** Winter habitat; **C)** Impact of forestry practices on salmon conservation.

HABITAT MODEL DEVELOPMENT

CIRSA has conducted three ambitious projects: "Geosalar I", "Geosalar II" and "A Landscape approach to salmonid habitat assessment". The approach is innovative as, following the development of predictive models of habitat quality based on the reach scale, these projects involve modelling the distribution and quality of habitat at the level of fluvial ecosystems.

DÉVELOPPEMENT DES MODÈLES D'HABITAT

Le CIRSA a développé trois projets d'envergure: «Geosalar I», «Geosalar II» et «Approche de modélisation de l'habitat des salmonidés à l'échelle du paysage». L'approche de ces projets 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 distribution et de qualité d'habitat à l'échelle d'écosystème fluviaux.

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

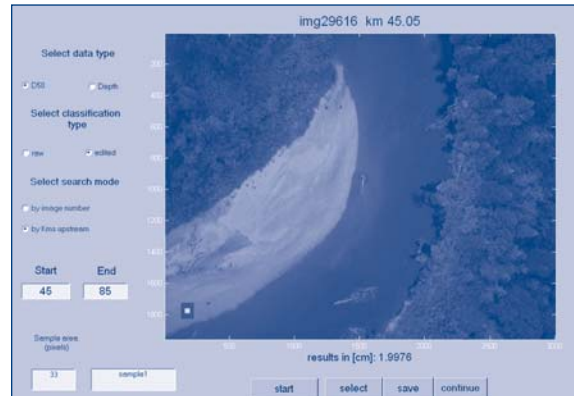
Cette première phase du projet Geosalar est pratiquement terminée. L'objectif de ce projet, qui s'est déroulé sur la Branche Principale de la rivière Sainte-Marguerite, consistait à appliquer les développements récents dans le domaine de la géomatique à la problématique de la modélisation de la production de saumon atlantique en rivière en fonction des caractéristiques de l'habitat fluvial.

Réalizations principales de Géosalar I

- De nouveaux outils géomatiques permettant d'obtenir des mesures à haute résolution spatiale des variables d'habitat sur de longs segments de cours d'eau ont été développés. **1)** Des méthodes automatisées d'analyses d'images numériques aéroportées de haute résolution (3 cm) ont été développées afin de mesurer la distribution spatiale de la taille du substrat et de la profondeur d'eau avec une résolution spatiale respective de 1 m² et 4 m². **2)** Une technique d'analyse d'image vidéo qui utilise le principe du PIV (vélocimétrie par images de particules) a également été développée afin de mesurer de façon rapide et efficace la vitesse du courant en rivière. Ces nouvelles méthodes amélioreront la qualité des études d'impacts environnementaux en permettant d'obtenir une couverture continue des habitats perturbés. Elles permettront aussi de minimiser les travaux sur le terrain, ce qui entraînera une réduction importante des coûts associés à la réalisation de telles études. Geosalar I a contribué également à l'amélioration des modèles empiriques utilisés pour la gestion des stocks de saumon de la province de Québec. L'utilisation de nouvelles approches non-paramétriques et l'utilisation des variables d'habitat à un éventail plus large d'échelles spatiales a permis d'améliorer les modèles d'utilisation de l'habitat par les saumons atlantiques juvéniles. Le concept de segmentation géomorphologique d'une rivière en maillons sédimentaires a été utilisé avec succès pour prédire la localisation des meilleures habitats de fraie et de taconnage le long d'une rivière.

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

That first phase of the Geosalar project is nearly completed. This project, which was conducted on the Main branch of the Sainte-Marguerite River, aimed 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.



Geosalar I - Méthodes automatisées d'analyses d'images numériques aéroportées de haute résolution pour mesurer la distribution spatiale du substrat et de la profondeur d'eau (Fluvial Information System). (Photo: Patrice Carboneau)

Main Geosalar I achievements

- *New geomatic tools were developed allowing for high spatial resolution measurements of habitat variables along long reaches of rivers. Automated image analyses methods of high resolution airborne imagery (3 cm) were developed in order to measure distribution and size of substrate and water depth with respective spatial resolution of 1 m² and 4 m². A video imagery analysis technique that uses the PIV concept (particle image velocimetry) was also developed for the rapid and efficient measurement of flow velocity fields in aquatic habitat studies. These new methods will improve the quality of environmental studies in allowing a spatially continuous description of disturbed habitats. They will also greatly reduce the time spent in the field, thereby decreasing the cost of such studies. The Geosalar I project also contributed to improve the empirical model currently used to manage Atlantic salmon stocks in the province of Québec. The use of new non-parametric techniques and a spatially expanded data set of habitat variables led to the improvement of juvenile Atlantic salmon habitat-use models. The concept of geomorphic segmentation of a river into sedimentary links has been used successfully to predict the location of suitable spawning and parr rearing habitats along a river.*

Variation de la préférence d'habitat nocturne hivernale du tacon de saumon atlantique le long d'un lien sédimentaire

- Cet aspect du projet Geosalar I visait à déterminer la variation de la préférence d'habitat nocturne hivernale du tacon de saumon atlantique entre 6 sites situés le long du lien sédimentaire Onésime de la rivière Sainte-Marguerite. Les nouveaux outils développés par le projet Geosalar I ont été utilisés pour caractériser l'habitat nocturne hivernal le long du maillon sédimentaire. Les résultats indiquent que la vitesse du courant est la variable dont la préférence était la plus constante le long du lien sédimentaire (la classe préférée est de 0-20 cm/s pour 5 des 6 sites), malgré d'importantes variations au niveau de l'intensité de cette préférence. La préférence pour la profondeur d'eau était plus variable, bien que surtout concentrée dans la classe 40-60 cm (4 des 6 sites). La préférence pour la taille du substrat était très variable entre les sites, suggérant que le substrat joue un rôle peu important dans la sélection de l'habitat nocturne des tacons en période hivernale. Ces résultats indiquent que les modèles de préférences sont sensibles aux caractéristiques de l'habitat disponible sur les sites d'où ils sont obtenus et que leur transfert, même à l'intérieur d'un même cours d'eau, doit être effectué avec circonspection.

Geosalar II: Modélisation des déplacements des saumons atlantique juvéniles en fonction des caractéristiques physiques des habitats fluviaux et estuariens

Cette nouvelle phase du projet Geosalar, qui a débuté en 2005, se déroule principalement sur les rivières de Gaspé. Le principal objectif du projet consiste à suivre le déplacement des saumons dans les différents habitats qu'ils utilisent au cours de leur cycle de vie afin de comprendre comment la structure spatiale et la variation temporelle des habitats fluviaux et estuariens interagissent avec le comportement des poissons pour déterminer la production d'une rivière. Plus spécifiquement, le projet vise à développer des outils géomatiques permettant **1)** le suivi et le positionnement des poissons en rivière et en estuaire, et **2)** la caractérisation rapide et efficace des habitats fluviaux et estuariens. Ce projet intègre donc les sciences géomatiques et biologiques afin d'adresser une problématique environnementale critique: la conservation des populations de saumon atlantique et de leur habitat en rivière et dans les zones côtières adjacentes

Patrons et mécanismes de migration des smolts vers le milieu marin

L'objectif principal est de déterminer l'importance relative des mécanismes de transport passif et actif impliqués dans la migration des smolts depuis leur lieu d'origine dans la rivière York vers les sites d'alimentation en mer. Une combinaison d'outils géomatiques, de télémétrie acoustique et de modélisation hydrodynamique est

Variations in juvenile Atlantic salmon nocturnal winter habitat preference along a sedimentary link

- This aspect of the Geosalar I project aimed to determine the variation in salmon parr nocturnal winter habitat preferences between 6 sites located along the Onésime sedimentary link in the Sainte-Marguerite River. The new tools developed in the Geosalar I project were used to characterize the winter nocturnal habitat along that link. Results indicate that flow velocity was the most consistently preferred variable along the sedimentary link (preferred class is 0-20 cm/s in 5 of the 6 sites) despite important variations in the intensity of that preference. Preference for water depth was more variable, but mainly in the 40-60 cm class (4 of the 6 sites). Preference for substrate size was highly variable between sites, suggesting that substrate does not play an important role in salmon parr nocturnal winter habitat selection. These results indicate that preference models are sensitive to the characteristics of the available habitat in the sites from which they are developed and that their transfer, even in the same river, must be done cautiously.

Geosalar II: Integrated modelling of juvenile Atlantic salmon and physical habitat in fluvial and estuarine environments

This new phase of the Geosalar project started in 2005 and is mainly conducted on Gaspé rivers. The project is dedicated to tracking fish movements among habitats over their life cycle to understand how spatial structure and temporal variation of habitat in rivers and estuaries interacts with behaviour to determine productivity. More specifically, the project will develop new geomatic tools allowing **1)** the tracking and positioning of fish in rivers and estuaries, and **2)** the rapid and efficient characterization of fluvial and estuarine habitats. This project integrates geomatic and biological sciences in order to address a critical sustainability issue; the conservation of Atlantic salmon populations and their habitats in rivers and adjacent coastal zones.

Patterns and mechanisms of smolt during seaward migration

The purpose of this project is to assess the relative importance of passive and active transport mechanisms responsible for the displacement of Atlantic salmon smolts from their origins in the York River to their marine feeding grounds. Using a combination of geomatic tools, acoustic telemetry and hydrodynamic modelling, we aim to describe the movements of smolts as a function of the physical environment in the Bay of Gaspé.

- In spring 2005, an array of 50 geographically positioned hydrophones (VR2 receivers) were installed in the York River and in the bay of Gaspé to monitor the passage of 24 acoustically tagged smolts. 14 of these 24 smolts were detected across the whole system. The collected data were used to determine swimming speed and directional

utilisée pour décrire le mouvement des smolts de la rivière York en fonction des caractéristiques physiques de la baie de Gaspé.

- Au printemps 2005, cinquante hydrophones (récepteurs VR2) géoréférencés ont été déployés dans la rivière York et la baie de Gaspé afin de détecter le passage de 24 smolts munis d'émetteurs acoustiques. De ces 24 smolts, 14 ont été détectés à travers tout le déploiement. Les données récoltées ont permis de déterminer la direction de vecteurs de déplacement ainsi que la vitesse de nage. Les mouvements de migration des smolts hors du système se sont fait rapidement ce qui semble indiquer que leur migration n'est pas aléatoire mais orientée.
- De plus, des dériveurs munis de GPS ont été relâchés à différents moments afin de mesurer les courants de surface sous l'influence des vents et des marées. Des données ont été également obtenues sur les profils horizontaux et verticaux de salinité et de températures ainsi que sur la vitesse du vent, le niveau des marées et la décharge des rivières. Les données physiques recueillies sont utilisées pour la validation d'un modèle hydrodynamique baroclinique 3D de la baie de Gaspé, lequel nous permettra de générer les champs de vitesse, de salinité et de température. Le couplage du modèle hydrodynamique et des données de déplacement des smolts pourra nous permettre de déterminer la nature des mécanismes de transport et d'orientation utilisés par les smolts.

Influence de la structure de l'habitat sur les déplacements, la croissance et la survie des saumons atlantiques juvéniles

L'objectif principal est d'évaluer l'influence de la structure de l'habitat sur les mouvements, la croissance et la survie des saumons atlantiques juvéniles en utilisant la technologie des transpondeurs passifs intégrés (PIT). Les déplacements journaliers des saumons juvéniles ont été caractérisés le long de deux liens sédimentaires localisés sur les rivières Dartmouth (Gaspésie) et Sainte-Marguerite (Saguenay). Sur chacun de ces liens sédimentaires, trois sites représentatifs des variations géomorphologiques observées sur le lien ont été sélectionnés. À chacun des sites, des saumons juvéniles ont été marqués à l'été et à l'automne 2005 avec des PIT-tags afin de suivre leurs mouvements jour-nuit à l'aide d'antennes portables. La structure de l'habitat a été caractérisée par des mesures in situ et aussi à l'aide de photographies aériennes de haute résolution.

- Les résultats indiquent que 59% des individus ont effectués des déplacements supérieurs à 1 m et que les distances de déplacement de ceux-ci varient selon la position sur le lien sédimentaire et selon la saison. En effet, une tendance à l'augmentation des moyennes et de l'étendue des distances de déplacements est observée de l'amont vers l'aval des deux rivières, en

displacement vectors. Smolts migrated rapidly out of the system indicating oriented rather than random migration.

- *In addition, a series of surface drogues equipped with GPS were released throughout the experiment to document surface currents under a variety of wind and tidal conditions. Additionally, data were obtained on horizontal and vertical variation in salinity and temperature, wind speed, tidal elevation, and river discharge. Physical data are used to validate a 3D hydrodynamic baroclinic model of the Bay of Gaspé. This model will be used to generate temperature, salinity and velocity fields. Coupling the hydrodynamic model with fish displacement data will allow us to estimate the nature of the transport and orientation mechanisms used by smolts.*



Geosalar II - Suivi de la migration des smolts: téléchargement journalier des enregistrements de détection du passage des smolts par les récepteurs VR2 fixes (R. York, havre et baie de Gaspé). (photo: Daniel Hatin)

Influence of habitat structure on Atlantic salmon parr movements, growth and survival

The main goal is to assess the influence of habitat structure on Atlantic salmon parr movements, growth and survival using passive integrated transponder (PIT) technology. Daily movements of parr were monitored along two sedimentary links located on two different rivers (Dartmouth River, Gaspésie and Sainte-Marguerite River, Saguenay). Three sites were selected on each link to represent the geomorphologic variations found along the link. At each site, parr were tagged with modified PIT-tags during summer and fall 2005 in order to track their daily movements with portable antennas. Habitat structure information was obtained by in situ field measurements and also using high resolution airborne imagery.

- *The results indicate that 59% of the individuals had movements greater than 1 m and that the distance moved varied with the position in the sedimentary link and with season. Average distances and extent of movements tend to increase in the downstream direction in the two rivers along with a decrease of habitat complexity. During the fall survey, when the water temperature*

parallèle avec la diminution de la complexité structurale des sites. De plus, lors du suivi d'automne, alors que la température de l'eau était plus froide, les juvéniles effectuaient des déplacements jour-nuit plus courts et avaient tendance à se déplacer davantage vers les berges que lors du suivi d'été.

Variabilité spatio-temporelle de la mobilité du substrat de rivières graveleuses en période de crue

La mobilité du substrat des rivières graveleuses pendant les périodes de crue impose un stress physique majeur aux organismes aquatiques. Cette étude vise à documenter la variabilité spatio-temporelle de la mobilité du substrat en période de crue afin de mieux évaluer le rôle que joue la dynamique sédimentaire sur le comportement et la survie des juvéniles du saumon atlantique. Cette étude utilise une combinaison de la technologie des transpondeurs passifs (PIT-tag) et de celle de la radio-détection pour documenter les surfaces et les périodes actives de transport sédimentaire dans trois rivières graveleuses gaspésiennes de largeurs différentes, soit les rivières York (40 m), Mississippi (15 m) et d'Argent (7 m).

- Pour évaluer l'amplitude spatiale de la mobilité des particules, des transpondeurs passifs (PIT-tag) ont été implantés dans 800 cailloux de tailles contrastées et déposés à l'été 2005 dans les trois rivières. Les positions des cailloux ont été relevées avant et après les crues d'automne et d'hiver. Les résultats préliminaires soulignent que la mobilité des particules est limitée par la morphologie de la rivière et par leur position dans la section transversale: les cailloux les plus mobiles ont été ceux insérés dans le talweg à la sortie des mouilles.
- Pour évaluer les périodes de mobilité des particules, des radio-émetteurs ont été implantés dans une trentaine de cailloux et déposés dans le ruisseau d'Argent à la fin de l'hiver 2006. Trois antennes fixes, situées sur les rives, ont enregistré l'amplitude des signaux émis par ces émetteurs et ont permis d'établir leur position de façon continue pendant la crue printanière. L'analyse de ces données permettra de documenter la mise en mouvement, le temps de transport et les distances parcourues des particules qui composent le substrat de rivières graveleuses, informations cruciales pour caractériser la dynamique de ces habitats en période de crue.

Amélioration des outils utilisés pour suivre le déplacement des juvéniles à l'aide de la technologie des transpondeurs passifs (PIT)

- Un grand nombre d'innovations reliées à la technologie des transpondeurs passifs ont été développées et testées. Les transpondeurs passifs intégrés (PIT-tags) de 23 mm de long ont été modifiés afin de réduire leur taille à 19 mm, rendant ainsi possible le marquage de poissons d'aussi petite taille que 7,5 cm. De plus, la

was colder, daily distances parr moved were shorter and they tended to move closer to shore than in the summer.

Spatio-temporal variability of the substrate mobility in gravel-bed rivers during floods

Substrate mobility in gravel-bed rivers during peak flows causes high physical stress to aquatic organisms. This study aims to document the spatio-temporal variability of the bedload transport during flood in order to better evaluate the effect of substrate dynamics on behaviour and survival of Atlantic salmon juveniles. This study uses a combination of passive integrated transponder (PIT-tag) and radio-tracking technologies to document the spatial extension of sediment transport and the period of time the bed is active within gravel-bed rivers in Gaspésie, having three different widths: York (40 m), Mississippi (15 m) and d'Argent (17 m).



Geosalar II - Suivi des déplacements des saumons juvéniles marqués avec des PIT-tags à l'aide d'une antenne portable. (photo: Patricia Johnston)

- To evaluate the spatial extension of particle mobility, 800 pebbles with contrasting sizes were PIT-tagged and located in the three rivers during summer 2005. Their positions were tracked before and after peak flows of fall and winter. Preliminary results indicate that particle mobility is limited by the river morphology and by their location in the transversal section: pebbles inserted in the talweg at the end of the pool sections were found to be the most mobile.
- To evaluate periods of particle mobility, radio transmitters were inserted into 30 pebbles in d'Argent stream at the end of winter 2006. Three fixed antenna, located on the riverbanks, registered the amplitude of signals of these transmitters, allowing continuous tracking of their location during spring peak flow. Analysis of these data will permit to document the time at which particles start moving, the time of transport and the distances of displacement of particles that compose the substrate of gravel-bed rivers, information essential to characterize the dynamics of such habitats during peak flows.

portée de détection et la robustesse des antennes portables ont été améliorées. Ces deux innovations permettent maintenant un meilleur suivi des déplacements de petits poissons, comme les saumons juvéniles, dans leur environnement naturel. Un nouveau type d'antenne portable d'une longueur de 5 mètres a été développé et testé. Elle permet de scanner plus rapidement des zones plus larges des cours d'eau. L'équipe du projet Geosalar a également conçu les plans d'un réseau d'antennes qui seront enfouies dans le gravier du lit des rivières afin de suivre en temps réel les mouvements des poissons munis de PIT-tags dans la section étudiée. Cette antenne sera construite et testée à l'été 2006.

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

L'écosystème d'une rivière peut être perçu comme une mosaïque d'unités possédant différentes combinaisons de conditions environnementales. La qualité de ces unités comme habitats pour le saumon est évaluée en considérant leur potentiel à offrir une protection adéquate contre les conditions difficiles rencontrées en été et en hiver ainsi que la présence de bons sites de fraie ou de nourriture abondante. Les modèles de qualité d'habitat sont les relations entre la valeur écologique de ces unités et les conditions environnementales spécifiques qu'on y retrouve. L'objectif principal de ce projet, qui se déroule sur la branche principale de la rivière Sainte-Marguerite, est de développer une approche de modélisation de l'habitat du saumon à l'échelle d'une rivière.

Effet du transport sédimentaire et de l'énergie érosive de l'eau sur l'abondance du périphyton sur les seuils de la rivière

- L'objectif de ce projet est de définir les facteurs qui influencent la distribution spatiale de l'abondance post-cruie du périphyton sur la branche Principale de la rivière Sainte-Marguerite. Une expérience a été effectuée en août 2005 sur un seuil du maillon sédimentaire « Les Méandres » afin de caractériser les seuils de transport de sable qui déclenchent l'abrasion du périphyton. Les résultats des années précédentes ont montré qu'une faible abondance de périphyton après une crue est reliée à des niveaux élevés de la force érosive de l'eau et de transport sédimentaire. L'analyse des résultats des données de terrain de 2005 montrent que l'abrasion du périphyton peut se produire à de très faibles niveaux de transport de sable durant les débits de pointe de l'été et que le périphyton est plus sensible au transport du sable grossier (0,5-2 mm) qu'à celui du sable plus fin. Le périphyton qui se développe sur les roches plus hautes par rapport au lit est mieux protégé du sable abrasif et maintient une biomasse plus élevée.
- Afin de tester l'hypothèse de l'existence d'une relation non linéaire entre la force érosive de l'eau et le transport sédimentaire, nous avons raffiné les estimations

Development of innovative geomatic approaches for the tracking of fish using passive integrated transponder (PIT) technology

- A considerable number of innovations related to PIT technology were developed and tested. Existing 23 mm long passive-integrated transponders (PIT-tag) were modified in order to reduce their size to 19 mm, thereby allowing the tagging of fish as small as 7.5 cm long. Moreover, the detection range and the sturdiness of our portable backpack antennas units were improved. A new 5 m-long large-scale portable antenna was developed which allows a much more rapid scanning of larger stream areas. Those innovations allow the study of the movements of small fishes, such as juvenile salmon, in their natural environment. The team of the Geosalar project also designed the plans of a new pass-over grid of antennas that will be buried in the substrate of a river in order to provide real-time monitoring of the movements of tagged fish anywhere within the study section. This antenna system will be constructed and tested in summer 2006.



Antenne grande portée pour la détection rapide à grande échelle de poissons marqués avec des PIT-Tags. (photo: Patricia Johnston)

A Landscape approach to salmonid habitat assessment

The river ecosystem may be perceived as a mosaic of units possessing different combinations of environmental conditions. The quality of these units as salmon habitats is then evaluated according to their potential to offer adequate protection against adverse summer or winter conditions, appropriate spawning sites or abundant food base. Quality habitat models are relationships between the ecological value of such units and specific environmental conditions. The overall objective of this project, conducted on the Principal branch of the Sainte-Marguerite River, is to develop a modelling approach to salmon habitat that will operate at the scale of a river landscape.

Sand transport and flow energy effects on abundance of periphyton residing on riffles in the Sainte-Marguerite River

- The purpose of this research is to define the factors affecting the spatial distribution of post spate periphyton abundance within the mainstream of the Sainte-Marguerite River. In August 2005, a field experiment was conducted on a riffle in the Meander Link of the Sainte-

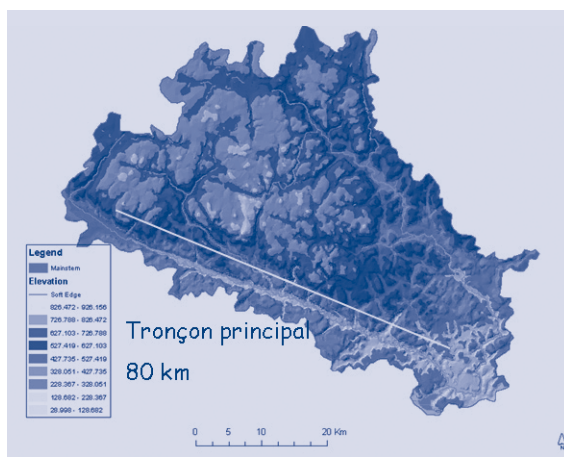
de la force érosive de l'eau en périodes de crue estivale et d'étiage et quantifié la fraction de sable disponible pour le transport sédimentaire aux 35 sites précédemment échantillonnés en 2003 et 2004. Au cours de l'été 2005, les pentes de surfaces de l'eau ont été mesurées en mai et en août et des graviers de la couche superficielle du lit fluvial ont été échantillonnés dans 140 sites sur les 35 seuils afin de déterminer leur teneur en sable. Les résultats indiquent qu'il peut y avoir du transport sédimentaire à de très faibles niveaux de la force érosive de l'eau. Tel que prévu, le transport sédimentaire augmente avec la teneur en sable des graviers du lit fluvial.

Développement de modèles prédictifs de la qualité des habitats des tacons à l'échelle du paysage d'une rivière

Les modèles de la qualité de l'habitat des tacons peuvent être développés en estimant des indicateurs de la qualité de l'habitat pour les tacons (e.g. densité de tacons) et les conditions environnementales à un ensemble de sites et en établissant des relations entre ces variables.

- Les données de la densité des tacons à des sites répartis sur 88 km de la rivière Sainte-Marguerite ont été utilisées pour tester l'effet relatif de trois types de variables sur les densités de tacons; les variables locales (décrivant les conditions dans les sites), latérales (décrivant les berges aux sites) et les longitudinales (position d'un site par rapport à des attributs comme les frayères et les tributaires). Les analyses suggèrent que la qualité des habitats des tacons est principalement déterminée par les variables locales (surtout le pourcentage de blocs) qui contribuent à 98% de la puissance prédictive des modèles. Les variables latérales et longitudinales ne jouent qu'un rôle accessoire.
- La densité de tacons et les caractéristiques d'habitat ont été estimées à intervalle de 20 m (unité d'échantillonnage; UE) sur 14,7 km de la rivière Sainte-Marguerite. Des modèles de qualité d'habitat ont été développés à l'aide d'unités d'analyse (UA) qui correspondent soit aux UE, soit à la fusion de plusieurs UE adjacentes (3, 5, ou 10 UE), soit à des taches d'habitat (fusion d'UE adjacentes de dimensions variables ayant des caractéristiques d'habitat similaires). Seuls les modèles développés avec des UA de 200 m ou celui développé avec des taches d'habitat de plus de 50m prédisent adéquatement les densités de tacons. Les modèles développés avec des UA de 200 m confirment l'existence de relations entre la densité de tacons et la variable locale «pourcentage de blocs». La moitié de ces modèles utilisent la variable locale «débris de bois» et 80% de ces modèles utilisent au moins une variable latérale ou longitudinale. Le modèle de taches d'habitat n'inclut que des variables latérales (la présence de remblaiement) et longitudinales (la position des sites à l'intérieur de liens sédimentaires).

Marguerite River to further investigate the thresholds for abrasion of periphyton by transported sand. Results from previous years indicated that low, post-spate periphyton is related to high levels of shear stress and sand transport. Analysis of the results from the field data of 2005 indicate that periphyton removal can occur at very low levels of sand transport during summer flow rises, that coarser sand (0.5 - 2 mm) has a more abrasive effect on periphyton than finer sand, and that periphyton growing on the top of large rocks that protrude above the riverbed are more sheltered from abrading sand and retain more biomass.



Rivière Sainte-Marguerite (Saguenay) - Des modèles prédictifs de la qualité des habitats ont été développés à l'échelle du tronçon principal de la rivière.

- *In order to test the hypothesis that there is a non-linear relationship between shear stress and sand transport, we refined estimates of peak and low flow shear stress conditions and quantified the fraction of sand available for transport at the 35 riffles monitored during previous years 2003-2004. In summer 2005, water surface slopes were surveyed in May and August and samples of superficial streambed sediments were taken at 140 locations on the 35 riffles to determine the fraction of sand on the bed. Analysis of the field data indicate that sand transport can occur at very low shear stresses. As hypothesized, the amount of sand transport increases with the amount of sand on the streambed.*

Development of predictive models of parr habitat quality at the scale of river landscapes

Parr habitat quality models can be developed by estimating habitat quality indices for parr (i.e. parr density) and environmental conditions at a set of sites and by establishing the relationships between these variables.

- *Data of parr distribution at stations distributed over 88 km of the Sainte-Marguerite R. were used to assess the relative importance of three types of variables on parr densities; local (describing conditions within sites), lateral (describing the shores at the sites), and longitudinal*

HABITAT HIVERNAL

Durant la période hivernale, le refroidissement de la température, la diminution du débit et la formation du couvert de glace influencent le comportement des saumons juvéniles et ont un impact sur leur survie. Ce projet étudie différents aspects de la vie hivernale des saumons en eau douce en relation avec les modifications de leur l'habitat.



Geosalar II - Détection de cailloux (marqués avec PIT-tag) déplacés par les crues d'hiver dans la rivière York, Gaspésie. (photo: Taylor Olsen)

Élaboration d'un modèle statistique de prédiction de la formation de la glace de fond sur des rivières à lit graveleux à partir de données de terrain

- La production de frazil et de glace de fond est fréquemment évoquée comme cause de l'augmentation de la mortalité hivernale des juvéniles de salmonidés. Nous avons élaboré un modèle de prédiction de la formation de la glace de fond à partir des caractéristiques physiques et climatiques observées sur des cours d'eau à lit graveleux. Le modèle élaboré permet de prédire plus de 80% des événements de formation de glace de fond à l'aide d'un indice qui cumule les degré-heures de gel sur une période de 12 heures durant la nuit. Au cours de notre étude, une température moyenne de l'air inférieure à $-9,3^{\circ}\text{C}$ durant la nuit entraînait la formation de glace de fond. De plus, le modèle élaboré permet de prédire près de 70% de la distribution spatiale de la glace de fond à l'aide du nombre de Froude. Ce résultat suggère que la prédiction de la distribution spatiale de la glace de fond est possible à partir des conditions hydrauliques uniquement. ♦

variables (position of sites relative to spawning sites and tributaries). The results suggest that habitat quality of parr is mainly determined by local variables (mostly the percent boulders) that contribute to 98% of the predictive power of models. Lateral and longitudinal variables play only a secondary role.

- *Parr abundance and habitat characteristics were estimated at 20 m intervals (sampling units; SU) over a 14.7 km section of the Sainte-Marguerite River. Habitat quality models were developed using analytical units (AU) corresponding either to the SU, or to several adjacent SU pooled together (3, 5 or 10 SU), or to habitat patches obtained by pooling adjacent SU of variable size with similar habitat characteristics. Only the models developed with AU of 200 m or with habitat patches of more than 50 m adequately predicted independent data. The models developed with AU of 200 m confirmed the existence of a relationship between parr density and the local variable "percentage of boulder". Half of these models used the local variables "wood debris" and 80% of these models used at least one lateral or longitudinal variable. The habitat patches model only included lateral (presence of embankment) and longitudinal variables (the position of sites within sedimentary links).*

WINTER HABITAT

During winter, declining temperature, decreasing discharge and ice cover formation influences the behaviour and survival of juvenile salmon. This project studies different aspects of juvenile salmon life history in winter in relation with habitat modifications.

Development of a statistical model predicting anchor ice formation from field data in gravel river beds

- *Production of frazil and anchor ice is often thought to contribute to the winter mortality of juvenile salmonids. We developed a model predicting anchor ice formation from physical and climatic characteristics observed on two gravel-bed rivers. The developed model allowed the prediction of more than 80% of the anchor ice formation episodes using the cumulative degree-hours of freezing over a period of 12 hours during night. In our study, mean air temperature lower than -9.3°C during the night resulted in anchor ice formation. Moreover, the model predicted nearly 70% of the spatial distribution of anchor ice using the Froude number. These results suggest that it is possible to predict the spatial distribution of anchor ice from hydraulic conditions only. ♦*

THÈME 2

EFFICACITÉ DES MÉTHODES DE REPEULEMENT

Chercheurs principaux: Louis Bernatchez, Julian Dodson.

L'objectif de ce projet est d'apporter des éléments de réponse permettant d'optimiser l'efficacité des repeulements tout en minimisant les risques sur l'intégrité écologique et génétique des populations naturelles de saumon atlantique. Objectifs spécifiques: **1)** quantifier les taux de survie et de croissance ainsi que le succès reproducteur de saumons ensemencés à différents stades de vie et comparer ces paramètres à ceux observés chez les poissons sauvages; **2)** prédire les rendements ainsi que les conséquences génétiques et démographiques de ces pratiques sur les populations sauvages. Un nouvel aspect a été ajouté: Aspects écologiques et évolutifs des interactions compétitives entre le saumon atlantique et la truite arc-en-ciel. Le projet se déroule depuis 5 ans sur la rivière Malbaie (Charlevoix).

Suivi de l'abondance absolue dans la rivière Malbaie

- Le programme d'ensemencement de saumons atlantiques dans la rivière Malbaie a débuté en 1992. Si le nombre d'adultes recensés à la passe migratoire a connu une augmentation importante de 104 en 2001 à 399 en 2004, le nombre de retour a considérablement chuté en 2005 pour atteindre 169. Ce déclin pourrait être le reflet de l'arrêt en 2003 des ensemencements de smolts. Parallèlement, il y a eu, au fil des 4 années du suivi, une augmentation régulière de l'abondance de la progéniture trouvée dans la rivière. Au début de l'étude la progéniture était surtout concentrée en aval du barrage (malgré un effort intensif de pêche en 2002, seulement 88 alevins (14% du total échantillonné dans la rivière) ont été trouvés en amont de la passe migratoire). Par la suite, un patron d'abondance inverse a été observé et, en 2005, plus de 1800 alevins ont pu être échantillonnés en amont du barrage, représentant plus de 86% du nombre total trouvés cette année là.

Succès reproducteur relatif des géniteurs d'origine piscicole et naturels

Une augmentation de l'abondance ne renseigne pas à elle seule sur la santé d'une population. En déterminant les changements dans la composition génétique d'une population, nous pouvons commencer à tirer des conclusions sur le succès reproducteur relatif des poissons ensemencés et des individus sauvages et sur les effets des ensemencements sur les populations naturelles. Au cours des 5 années du projet, plus de 6500 saumons (adultes: 1150 de 2001 à 2005 et leur progéniture: 5400 de 2002 à 2005) ont été caractérisés génétiquement à l'aide de

THEME 2

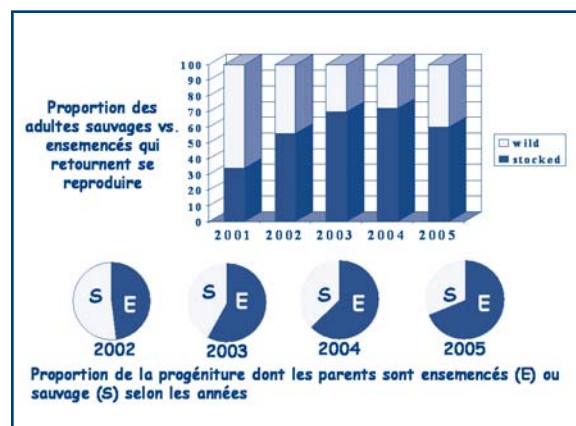
ASSESSING POPULATION ENHANCEMENT METHODOLOGY

Principal investigators: Louis Bernatchez, Julian Dodson.

The main goal of this project is to optimize the efficiency of the stocking programs while minimising the risks to the ecological and genetic integrity of naturally-produced populations. The specific objectives are: **1)** to quantify the survival rate, growth rate and reproductive success of Atlantic salmon stocked at different life stages and compare these results to those obtained for wild salmon; **2)** to predict the yield of Atlantic salmon stocking and their genetic and demographic consequences on wild populations. A new aspect has been added to the project: Ecological and evolutionary aspects of competitive interactions between Atlantic salmon and rainbow trout. This five year project is conducted on the Malbaie River (Charlevoix).

Monitoring of the absolute abundance in Malbaie River

- Malbaie River has had a supportive breeding program of Atlantic salmon in place since 1992. The number of adults sampled at the migratory pass dramatically increased from 104 in 2001 to 399 in 2004, followed by a dramatic drop in the number of returning adults in 2005 to 169. Stocking of smolts did not occur in River Malbaie in 2003, and therefore the decline may be reflective of this. During this same time period, from 2002 to 2005, there was an increase in the abundance of progeny found in the river, primarily concentrated upstream of the dam (despite an intensive sampling effort in 2002, only 88 fry (14% of the total sampling in the river) were found above the fish ladder). In the following years, we observed the inverse pattern of abundance. In 2005 over 1800 fry were sampled above the dam, over 86% of the total sampled that year.



Suivi durant quatre années consécutives du succès reproducteur relatif des saumons ensemencés et naturels dans la rivière Malbaie. (graphique: Anne-Marie Gale)

9 loci microsatellites. Chacun des alevins collectés a été assigné à des parents du groupe d'adultes recensés lors de la précédente saison de reproduction à l'aide du logiciel « maison » PASOS (Parental Allocation of Singles in Open Systems).

- En amont du barrage, un haut succès d'assignation parentale a pu être obtenu pour les 4 années d'échantillonnage: au moins un des parents a pu être identifié pour en moyenne 95 % des alevins. La nature infranchissable du barrage permet de présumer que toutes les mères ont été identifiées et que la progéniture assignée à seulement un parent est le résultat probable de la contribution de mâles précoces à la reproduction. La proportion de la progéniture qui a pu être assignée aux deux parents a augmenté de 65 % en 2002 à 82 % en 2005, ce qui indique que la contribution des mâles précoces a diminué au fil des 4 années du suivi. En aval du barrage, le pourcentage de parents manquants est plus élevé: en moyenne, 75 % de la progéniture a pu être réassigné à au moins un parent pour chacune des 4 années. Entre 40 et 50 % des parents de la progéniture capturée en aval du barrage n'ont pas pu être identifiés, ce qui indique que chaque année entre 100 et 163 géniteurs n'ont pas migré en amont de la passe migratoire et qu'ils fraient uniquement en aval. Cela suggère l'existence dans la rivière d'une population indigène située en aval du barrage qui rentrerait maintenant en compétition avec la population croissante de géniteurs d'origine piscicole.
- Au cours des 4 premières années du projet, nous avons observé une augmentation de la proportion d'adultes issus d'ensemencement parmi les adultes recensés à la passe migratoire, de 34 % en 2001 à 72 % en 2003. Par contre, en 2005, lorsque le nombre des retours d'adultes a diminué, seulement 60 % des adultes étaient d'origine piscicole. Le nombre total d'adultes recensés qui ont participé à la reproduction a augmenté au cours des quatre années, passant de 65 % en 2001 à 90 % en 2004. Les adultes d'origine piscicole ne représentaient qu'environ un tiers des géniteurs recensés en 2001, mais leur contribution globale à la production d'alevins de 2002 était presque égale (48 %) à celle des géniteurs naturels. Au cours des 3 années suivantes, la contribution globale des géniteurs d'origine piscicole à la production d'alevins a augmenté passant de la production de 58 % de la progéniture de 2003 à 69 % de celle de 2005. Durant ces quatre années, les géniteurs issus d'ensemencement ont produit en moyenne un nombre supérieur d'alevins par adulte par rapport aux géniteurs sauvages et ce peu importe s'ils ont frayé en amont ou en aval du barrage. Ces résultats indiquent que le fitness relatif des deux groupes d'adultes présente des différences fondamentales.
- Au début de l'étude en 2001, les couples «sauvage-sauvage» représentaient plus de la moitié des couples formés alors que les individus ensemencés préféraient se reproduire en aval du barrage avec des géniteurs

Relative reproductive success of spawners from stocked and natural origins

Increases in absolute abundance can not be the sole indicator of the health of a population. It is only by assessing changes in the genetic composition of a population that we can begin to make inferences about the differential reproductive success between hatchery individuals and natural individuals, and the effect on wild populations in the natural environment. During this five year project, we genotyped over 6500 salmon (adults: 1150 from 2001 to 2005 and their progeny: 5400 from 2002 to 2005) at 9 microsatellite loci. Individual progeny were assigned to parents from the adult group sampled the previous breeding season using the statistical program developed in-house, PASOS (Parental Allocation of Singles in an Open System).



Canaux expérimentaux dans la rivière Malbaie: évaluation des impacts de la truite arc-en-ciel sur la performance compétitive individuelle du saumon atlantique. (photo: Simon Blanchet)

- *Above the dam we had very good parental assignment success for the four sampling years: on average, at least one parent could be identified for 95% of the fry. Because of the impassable nature of the dam, it is assumed that all females are identified, and any progeny assigned to only one parent is most likely the result of the contribution of precocious male parr. The proportion of progeny that could be assigned to the two parents increased from 65% in 2002 to 82% in 2005, indicating that precocious male contribution to reproduction decreased during the four sampling years. Downstream of the dam, there is a higher percentage of missing parents, with an average of 75% of the progeny that could be assigned to at least one parent for each of the four years. Between 40 and 50% of the parents of the progeny found below the dam could not be identified, indicating that each year an adult population between 100 and 163 fish did not migrate through the fish pass, and spawned only downstream. This may be a remnant natural population downstream of the barrier, which is now being replaced by the increasing stocked population.*
- *Over the four first years of the project, we saw an increase of the proportion of stocked individuals in the returning adult group sampled at the fish ladder, from 34% in 2001 to 72% in 2004. However, when the number of returning*

sauvages et ne représentaient que 20% des couples observés. Au cours des années suivantes, parallèlement à l'augmentation du nombre de géniteurs d'ensemencement dans la population, la proportion de géniteurs d'origine piscicole dans les couples a aussi augmenté aussi bien dans les couples «sauvage-sauvage» que «ensemencé-ensemencé». Par contre, durant la même période, les couples «sauvage-sauvage» ont diminué passant de 50% à moins de 25% des couples observés. Leur participation à la reproduction demeure encore importante en aval, mais davantage dans les couples «sauvage-ensemencé».

Impacts de la truite arc-en-ciel sur la performance compétitive individuelle du saumon atlantique

Une expérience en milieu semi-naturel a été menée au cours de l'été 2005 (à l'aide de canaux expérimentaux disposés à même la rivière Malbaie avec différentes densités de saumon atlantique, en présence ou non de truites arc-en-ciel) dans le but d'évaluer comment les alevins de truite arc-en-ciel affectent la performance compétitive individuelle des alevins de saumon atlantique.

- Nous avons montré **(i)** qu'au niveau du groupe, la présence de truite arc-en-ciel, au même titre que celle des compétiteurs intraspécifiques, n'influait pas la croissance des alevins de saumons atlantiques, **(ii)** mais que par contre, au niveau individuel, la croissance était significativement affectée par la présence de truite arc-en-ciel mais pas par les compétiteurs intraspécifiques. Parallèlement, nous avons aussi pu mettre en évidence des mécanismes liés à l'activité jour-nuit des saumons qui pourraient expliquer ces résultats. En effet, nous avons constaté que l'activité jour-nuit des saumons était fortement affectée par la truite arc-en-ciel, les juvéniles étant beaucoup plus actifs le jour quand les truites étaient présentes. Les relations entre activité et variables environnementales (température de l'eau, dérive en invertébrés...) étaient également affectées.
- Ces résultats confirment, dans un milieu plus variable, les résultats précédemment obtenus en milieu contrôlé en laboratoire qui montraient qu'au niveau individuel, l'identité du compétiteur affectait de façon importante la performance relative du saumon atlantique. Ces résultats constituent la première évidence que la compétition avec la truite arc-en-ciel (une espèce exotique) exerce une forte pression sélective sur le saumon atlantique (une espèce naturelle) en déstructurant complètement les hiérarchies sociales établies au sein d'un groupe. ♦

adults dropped in 2005, only 60% of the adults were of hatchery origin. The overall number of adults actually participating in spawning increased over the four years from 65% in 2001 to 90% in 2004. Stocked individuals were only one third of the spawning adults present in 2001, yet contributed almost equally (48%) to the overall production of progeny in 2002. The overall global reproductive contribution of stocked fish increased over the next three years, from 58% of the progeny of 2003, to 72% in 2005. Over four years, stocked spawners produced an average number of progeny per individual consistently higher than the wild spawners, regardless if they spawned above or below the dam. These results indicate some fundamental differences in the relative fitness between the two groups of spawning adults.

- *At the beginning of this study in 2001, the matings identified as between two natural individuals ("wild-wild") represented more than the half of the total mating events, while stocked individuals preferred to mate below the dam, in couples with wild spawners, and only represented 20% of observed matings. As the abundance of stocked spawners increased in the population over the following years, the proportion of stocked spawners implicated in matings increased as well, in both more "stocked-wild" and "stocked-stock" couples. In contrast, during the same time "wild-wild" matings decreased from 50% to less than 25% of observed couples. The participation of wild spawners in the reproduction still remains important, but more so in the "stocked-wild" matings.*

Impacts of exotic rainbow trout on the individual competitive performance of Atlantic salmon

A semi-natural field individual-based experiment (using experimental channels in the river Malbaie, with different young salmon densities and in the presence or absence of rainbow trout) was conducted in summer 2005 in order to evaluate how exotic rainbow trout fry affect the relative individual competitive performance of Atlantic salmon fry.

- *We demonstrated: (i) at the group level, the presence of rainbow trout or intraspecific competitors does not influence growth rate of juvenile Atlantic salmon, (ii) in contrast, at the individual level, the growth rate trajectories were significantly affected by the presence of rainbow trout, but not by intraspecific competitors. In parallel, we highlighted mechanisms related to day-night activity of salmon that could explain those results. The day-night activities were strongly affected by the presence of rainbow trout, young salmon being more active during the day in the presence of trout. Relationship between activity and environmental variables (water temperature, invertebrate drift...) were also affected.*
- *Our results confirmed, in a more variable environment, the results previously obtained from a controlled laboratory-based experiment demonstrating that, at the individual level, the identity of the competitor strongly*

THÈME 3

DÉTERMINISME DE L'ABONDANCE DES STOCKS

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

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 quatre objectifs spécifiques sont: **A)** Caractéristiques de base des stocks de saumon québécois; **B)** Influence des patrons de reproduction sur le succès reproducteur; **C)** Bases génomiques fonctionnelles de l'adaptation locale; **D)** 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

- Les estimations de dévalaison 2005 des smolts sont de 47 611 pour la branche Principale et de 26 469 pour la branche Nord-Est. Il semble y avoir eu une chute de la production de smolts en 2005 sur la NE, mais la précision de l'estimation n'est pas très bonne en raison d'un mauvais positionnement de la trappe Alaska et de quelques journées manquantes de pêche. Par contre la production semble s'être maintenue sur la Principale. L'utilisation d'une trappe rotative pour la première fois sur cette branche a rendu l'estimation de la dévalaison plus fiable et plus précise. En 2005, l'effectif total des saumons de retour dans les deux branches de la rivière a été semblable à celui de 2004, toutefois la proportion de madeleineaux a été clairement supérieure dans les 2 branches.

Indicateurs de smoltification durant la dévalaison sur la rivière de la Trinité

- Des ombles de fontaine, ombles chevaliers et saumons atlantiques ont été capturés sur la rivière de la Trinité en période de dévalaison afin de comparer, dans un même environnement et au même moment de l'année, les indicateurs classiques de smoltification entre ces trois espèces. Étonnamment, les patrons physiologiques observés à la dévalaison sont relativement similaires pour les 3 espèces. Seule différence majeure

affected the relative performance of Atlantic salmon. These results constitute the first evidence that competition with rainbow trout (an exotic species) exerts strong selective pressure on Atlantic salmon (a native species) by disrupting the hierarchical relationship established among individuals in a group. ♦

THEME 3

DETERMINISM OF STOCK ABUNDANCE

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

*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. Four objectives are identified: **A)** Basic characteristics of Québec salmon stocks; **B)** Influence of reproductive strategies on reproductive success; **C)** The functional genomics of local adaptation; **D)** Competitive interactions with others species*

BASIC CHARACTERISTICS OF QUÉBEC SALMON STOCKS

Long-term demographic monitoring of Sainte Marguerite River's Atlantic salmon populations

- *In 2005, 46 611 smolt migrated from the river's Main branch and 26 469 from the North-East branch. Smolt production seems to have decreased greatly in the North-East in 2005, but the precision of the estimate was in doubt because of the poor placement of the Alaska trap used in that branch and some missed fishing days. The production of the Main branch seems to be quite stable. The use of a rotary trap for the first time in that branch resulted in a more precise and more reliable estimate of outmigrating smolt. In 2005, the total number of returning adults in the two branches of the river was quite similar to that seen in 2004, thus remaining relatively stable, but the proportion of grilse seems to be higher for the two branches.*

Smoltification indicators during the outmigration in de la Trinité River

- *Smoltification indicators were studied in brook charr, Arctic charr and Atlantic salmon captured during the outmigration period on the Trinity River. This was a unique*

entre l'omble de fontaine et les deux autres espèces, l'importance relative des deux formes d'hormones thyroïdiennes (ratio T3/T4), hormones réputées importantes pour l'acquisition de l'empreinte olfactive chez le saumon atlantique. Cette étude met en évidence l'importance de l'approche écophysiologique dans notre compréhension des mécanismes d'adaptation aux facteurs environnementaux.

BASES GÉNOMIQUES FONCTIONNELLES DE L'ADAPTATION LOCALE : IMPORTANCE POUR LA CONSERVATION GÉNÉTIQUE DU SAUMON ATLANTIQUE

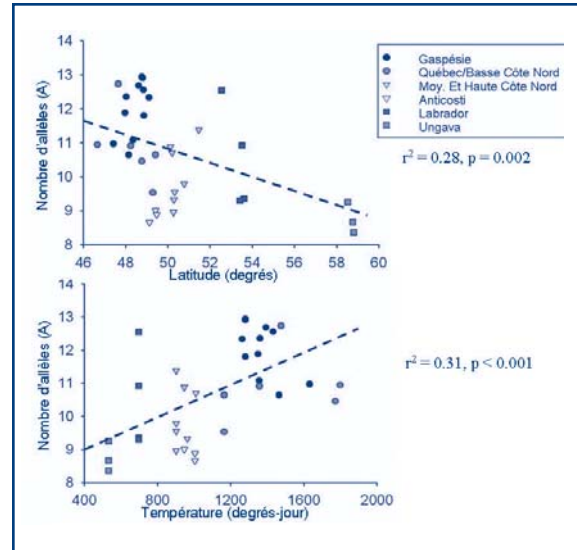
Cette recherche représente le premier effort visant à tester d'une manière étayée et rigoureuse les bases génétiques du concept de l'adaptation locale chez le saumon atlantique. L'objectif de ce projet est d'élucider les bases génétiques de traits morphologiques et physiologiques reliés au fitness chez le saumon atlantique. À court terme, ces connaissances aideront à prédire les conséquences de l'introduction de populations dans de nouveaux habitats et des échappements de poissons d'élevage sur l'intégrité génétique et le potentiel adaptatif du saumon atlantique. À plus long terme, ce projet permettra d'identifier quels sont les gènes intervenant dans le déterminisme du fitness chez les salmonidés.

Variation latitudinale de la diversité allélique d'un gène d'immunocompétence

Chez le saumon atlantique, le gène du complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) classe II permet la résistance aux bactéries et aux parasites du milieu. Il est admis qu'une diversité génétique élevée à ce gène implique la résistance à un plus grand nombre de pathogènes. Dans un contexte de co-évolution, les parasites exercent une pression de sélection diversifiante sur leurs populations hôtes. Selon des études récentes, cette pression diminue avec la latitude et la température de l'eau. Le projet vise à tester l'hypothèse voulant que la diversité génétique à un gène d'immunocompétence diminue chez les populations de saumon avec la latitude en fonction de la pression de sélection décroissante des pathogènes.

- Les populations de saumon atlantique possèdent entre 9 et 14 allèles différents au gène CMH II, ce qui représente un polymorphisme relativement élevé. La diversité génétique des populations de saumons au gène CMH est élevée dans la plupart des rivières de la Gaspésie, alors que le Labrador et l'Ungava sont des régions où la diversité génétique est plus faible à ce gène. Les résultats indiquent une diminution de la diversité génétique au gène CMH classe II avec la latitude ($r^2 = 0.28$, $p = 0.002$) et avec la diminution de la température ($r^2 = 0.31$, $p < 0.001$). Ce patron appuie l'hypothèse voulant que la diversité génétique au gène

opportunity to compare these indicators among the three species while captured in the same environment, at the same time of the year. Interestingly, we observed very similar physiological patterns in the three species. The only feature that really distinguished brook charr from the two other species was the relative amount of the two forms of thyroid hormones (T3/T4 ratio), thyroid hormones being recognized to play an essential role in the olfactory imprinting of Atlantic salmon. This study indicates how the ecophysiological approach can be useful in our understanding of mechanisms underlying adaptation to environmental factors.



Variation de la diversité génétique d'un gène d'immunocompétence (CMH classe II) chez le saumon atlantique en fonction de la latitude et de la température. (graphique: Mélanie Dionne)

THE FUNCTIONAL GENOMICS OF LOCAL ADAPTATION; IMPORTANCE FOR THE GENETIC CONSERVATION OF ATLANTIC SALMON

This study represents the first effort to test rigorously the genetic bases of the concept of local adaptation in Atlantic salmon. The objective of this new project is to elucidate the genetic basis of morphological and physiological traits related to fitness in Atlantic salmon. In the short term, this knowledge will allow the prediction of the consequences associated with the introduction of populations in new habitats and with the escape of cultured fish on the genetic integrity and adaptive potential of Atlantic salmon. In the long term, this project will lead to the identification of those genes involved in determining fitness among salmonids.

d'immunocompétence est maintenue par la pression de sélection des pathogènes qui varie avec la latitude.

- Ces résultats ont été comparés aux patrons de diversité génétique de marqueurs microsatellites neutres afin de différencier l'effet de la sélection de celui des forces évolutives neutres. Pour 9 des 13 microsatellites étudiés, la diversité allélique reste stable avec la latitude et la température tel qu'attendu, alors que la diversité génétique de 4 microsatellites varie avec ces deux facteurs. Ces résultats indiquent donc l'influence complémentaire d'autres facteurs évolutifs. En plus de la sélection des pathogènes, l'histoire de colonisation à partir d'un refuge glaciaire au sud et les taux de dispersions différentiels selon les régions seraient les facteurs les plus plausibles pour expliquer le patron de diversité génétique observé chez les populations de saumon atlantique en Amérique du Nord.

Étude des différences génomiques fonctionnelles entre la progéniture de saumons d'une population nouvellement formée (5 générations) et celle de saumons de sa population fondatrice

- L'installation, en 1981, d'une passe migratoire à l'emplacement d'une chute sur la branche Nord-Est de la rivière Sainte-Marguerite a rendu accessible un segment de rivière jadis inoccupé par l'espèce. Depuis, après 5 générations, une sous-population génétiquement distincte, et en voie d'isolement reproducteur, s'y est établie. L'analyse de l'ADN de saumons provenant de sites en aval et en amont de la chute, au niveau de marqueurs génétiques neutres, a permis de mettre en évidence une structuration génétique entre les sites, et aussi entre les années d'échantillonnage. De plus, la proportion de mâles à maturité sexuelle précoce est plus importante en amont de la chute qu'en aval.
- Dans le but d'identifier et d'évaluer l'importance des différences de profils d'expression génique entre la progéniture de mâles anadromes ou à maturité sexuelle précoce des sous-populations de l'aval et de l'amont de la chute, les profils de transcription des gènes ont été déterminés à l'aide de bio-puces de 16 006 gènes chez 90 alevins à l'émergence. L'expression de 6484 gènes a pu être détectée. Le niveau de transcription de 562 gènes diffère entre la progéniture de géniteurs de l'aval et de l'amont de la passe migratoire; ces différences représenteraient des changements évolutifs et, peut-être, adaptatifs. Il y a une forte héritabilité des profils de transcription pour les gènes dont le niveau de transcription diffère entre la progéniture de géniteurs de l'aval et de l'amont de la chute. À l'émergence, il n'y a pas de différence détectable entre les profils de transcription d'alevins issus de mâles anadromes et à maturité sexuelle précoce.

Latitudinal decrease of allelic diversity in an immuno-competence gene

In Atlantic salmon, as in other vertebrates, the major histocompatibility (MHC) class II gene is involved in bacterial and parasite resistance. It is assumed that a high allelic diversity confers resistance to a greater number of different pathogens. In a co-evolutionary context, pathogens maintain a diversifying selection pressure on their host population. Based on recent findings, this pressure decreases with latitude and water temperature. The project aims to test the hypothesis that genetic diversity at an immuno-competence gene in salmon populations will decrease with latitude in relation with decreasing selection pressure of pathogens.

- *Atlantic salmon populations have between 9 and 14 alleles at the MHC class II gene. This represents a relatively high polymorphism. Genetic diversity at the MHC gene is high in the salmon populations of most of the rivers of Gaspésie, but we observe a lower genetic diversity in Labrador and the Ungava region at that gene. Results show that MHC class II allelic diversity decreases with latitude ($r^2 = 0.28, p = 0.002$) and with the decrease of temperature ($r^2 = 0.31, p < 0.001$) which agrees with the initial hypothesis that the genetic diversity at this immuno-competence gene is maintained by a selection pressure from pathogens that varies with latitude.*



Passe migratoire, branche Nord-Est de la rivière Sainte-Marguerite. (photo: CIRSA)

- *These results were compared to genetic diversity patterns at neutral microsatellite markers, in order to differentiate between the effect of selection and of neutral evolutionary forces. For 9 of the 13 microsatellites under study, as expected, allelic diversity remains stable with latitude and temperature, but the genetic diversity of 4 microsatellites vary with those factors. That indicates the additive influence of other evolutionary factors. In addition to selection by pathogens, colonisation history from a southern glacial refuge and differential dispersion rates between areas could be the more plausible factor for explaining the pattern of genetic diversity observed in Atlantic salmon populations of North America.*

INTERACTIONS COMPÉTITIVES AVEC D'AUTRES ESPÈCES

Héritabilité, interaction 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.

Système de reproduction et succès reproducteur individuel des ombles anadromes et résidents en conditions naturelles

- À l'aide de marqueurs moléculaires (13 loci microsatellites), nous avons pu établir les liens parentaux entre des centaines de jeunes ombles migrants et résidents et leurs parents en milieu naturel en utilisant le logiciel de réassignation parentale PASOS. Nous avons pu ainsi mettre en évidence une reproduction fréquente entre les ombles de fontaine anadromes et résidents d'un tributaire de la rivière Sainte-Marguerite qui se fait à travers les mâles résidents et les femelles anadromes, jamais le contraire. Les ombles anadromes en montaison dans ce tributaire sont principalement des femelles, contrairement au sex-ratio 1:1 qui prévaut dans la rivière Sainte-Marguerite en général. Cette observation peut expliquer en partie la prédominance des croisements mâles résidents x femelles anadromes observés.
- Nous avons démontré que les femelles anadromes ont un meilleur succès reproducteur individuel que les résidentes, ce qui est expliqué en partie par leur plus grande taille. Cette relation n'a pas été trouvée chez les mâles résidents et anadromes qui ont un succès reproducteur équivalent quelque soient leurs différences de taille. Ceci met donc en lumière la capacité des mâles résidents à adopter une tactique de reproduction furtive.

Plasticité phénotypique chez l'omble de fontaine: comparaison entre deux stratégies de vie

Les deux objectifs spécifiques de cette étude sont:
1) Comparer la plasticité phénotypique, tant au niveau bioénergétique qu'au niveau morphologique, de deux groupes d'omble présentant des stratégies de vie différentes et soumis à des courants lents ou rapides;
2) Déterminer si il y a une période critique, tôt dans l'ontogenèse, pendant laquelle ces réponses bioénergétiques et morphologiques apparaissent. Des croisements AA (2 parents anadromes), RR (2 parents résidents) et

Comparison of gene expression profiles between the progeny of salmon from a newly founded population (5 generations) and that of salmon from its population of origin

- The installation, in 1981, of a migratory pass on the site of a waterfall on the North-East branch of the Sainte-Marguerite River made available a river segment previously unoccupied by the species. After 5 generations, a genetically distinct subpopulation, partially isolated genetically from its founding population, established there. Analysis of DNA, at neutral genetic markers, of salmon originating from sites located downstream and upstream of the waterfall revealed genetic structuring between the sites, and also between the sampling years. The proportion of males with early sexual maturity is more important upstream of the waterfall than downstream.
- In order to identify and evaluate the importance of gene expression profiles differences between fry fathered by anadromous or precocious males of the subpopulations from downstream and upstream the waterfall, the gene transcription profiles were determined using microarrays of 16 006 genes for 90 fry at emergence. The expression of 6484 genes could be detected. The level of transcription of 562 genes differs between offspring issued from parents of the downstream and upstream of the fall. These differences could represent evolutionary and, perhaps, adaptive changes. There is a strong heritability of transcription profiles of genes for which the transcription level differs between the progeny of downstream and upstream parents. At emergence, there is no detectable difference between transcription profiles of fry issued from anadromous and precocious males.

COMPETITIVE INTERACTIONS WITH OTHERS SPECIES

Heritability, gene-environment interaction and anadromy in the brook charr; implications for fishery 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.

Mating system and individual reproductive success of anadromous and resident brook trout under natural conditions

- Using 13 microsatellite markers we established parental relationships between hundreds of migrant and resident juvenile brook trout and their parents in a natural ecosystem with PASOS. Genetic analyses revealed frequent

AR (♀ anadrome x ♂ résident) ont été effectués en pisciculture. Les géniteurs résidents proviennent d'un système fermé depuis au moins 35 ans (ruisseau avec des résidents seulement), les anadromes proviennent d'un système ouvert (ruisseau où les deux tactiques (anadromie et résidence) coexistent). Les alevins de chaque famille ont été soumis, à différents stades de vie, à des courants lents ou rapides dans des canaux expérimentaux en laboratoire.

- Les alevins issus des croisements AR étaient trop faibles pour survivre aux vitesses de courant utilisées dans les expériences. Cette mortalité pourrait s'expliquer par l'apparition d'un début de différenciation génétique entre les deux formes ou encore par des différences métaboliques entre les 2 groupes.
- Lorsqu'ils sont soumis, à l'émergence, à des courants rapides durant 72 jours, les alevins issus de parents résidents ont un corps moins profond et moins large que celui des alevins issus de parents anadromes. Par contre, on n'a observé aucune influence des courants lents sur la différenciation de ces 2 traits morphologiques. Cependant, dès l'émergence, les alevins du groupe RR ont une nageoire caudale plus grande et des nageoires pelviennes plus petites que ceux du groupe AA. Les alevins RR ont également un taux de croissance plus faible, un taux de consommation plus élevé ainsi qu'une efficacité de croissance plus petite que les AA. La vitesse du courant n'a eu aucun effet sur ces différences observées entre les alevins des deux groupes. Les alevins à l'émergence du groupe AA présentent donc une plasticité phénotypique moindre que les RR: les alevins à l'émergence du groupe RR soumis à des courants rapides durant 72 jours développent, contrairement aux alevins AA, une morphologie plus fusiforme, présentant donc une meilleure adaptation morphologique aux courants rapides. Bien qu'ils aient perdu leur comportement migrateur, les ombles résidents conservent une réponse phénotypique à une variable l'environnementale. La plasticité phénotypique semble donc apparaître tôt dans l'ontogenèse.
- Lorsque les alevins des groupes AA et RR sont soumis à l'âge de six mois à des courants lents ou rapides durant 55 jours, on n'observe de plasticité phénotypique pour aucun des deux groupes. Les différences qui apparaissent entre les deux groupes sont indépendantes de l'environnement. Les alevins présentent déjà à six mois les caractéristiques morphologiques propre à chacun de leur groupe en nature, ceux du groupe RR sont plus gros et plus trapus, et les AA sont plus fusiformes. Les différentes vitesses de courant utilisées dans l'expérience n'ont pas modifié ces morphologies. Nous pouvons en conclure que la plasticité phénotypique se limite aux tout premiers stades du développement.

reproduction between anadromous and resident brook charr of a tributary of the Sainte-Marguerite River, involving resident males and anadromous females, never the inverse. Our results demonstrate a predominance of females among the anadromous brook charr that enter the stream in contrast with the 1:1 sex ratio which characterises in general the Sainte-Marguerite River. This observation partially explains the predominance of the observed crossings between resident males and anadromous females.

- *We demonstrated that anadromous females have a higher individual reproductive success than resident females, which is partially explained by their bigger size. This relationship was not observed among males: anadromous and resident males have the same reproductive success, despite their size differences, thus reflecting the ability of resident males to adopt a sneaking reproductive tactic.*

Phenotypic plasticity: comparing two life histories in brook charr

The two specific objectives of this project were: 1) To compare the phenotypic plasticity, at the bioenergetic as well as the morphological level, of 2 different groups of fish with different life history strategies exposed to high and low current velocities; and 2) To determine if there is a critical time period, early in ontogenesis, during which these bioenergetic and morphological responses occur. Hatchery crosses, AA (♀ anadromous x ♂ anadromous), AR (♀ anadromous x ♂ résident) and RR (♀ résident x ♂ résident) were made. Resident parents were obtained in a system closed for at least 35 years (resident-only stream) and the anadromous parents were obtained in an open system (stream with the two tactics (anadromy and residency)). The fry of each family were exposed at different life stages to high or low current velocities in experimental tanks.

- *Fry of AR crossings were too weak to survive in any current velocity. This mortality may be explained by the beginning of a genetic differentiation between the two forms or to metabolic differences between the 2 groups.*
- *When exposed at emergence to fast current velocities for 72 days, fry from RR crossings had shallower body depth and narrower bodies than the fry of AA crossings. On the other hand, we did not observe any influence of low current velocity on the differentiation of these two morphological traits. However, at emergence, fry of RR parents had bigger caudal and smaller pelvic fins than fry of AA parents. RR group also exhibited lower growth rate, higher food consumption rate and lower growth efficiency than fry of AA parents. Current velocity had no effect on differences observed between fry of the two groups. Therefore, fry at emergence from the AA group exhibited lower phenotypic plasticity than those of the RR group: fry at emergence from the RR group exposed to high current velocity for 72 days, unlike those of the AA group, became more streamlined, having thus a better*

Bases génétiques des traits physiologiques associés à l'anadromie

Une partie des travaux de cette étude a permis de comparer les performances d'acclimatation et de croissance en eau de mer entre ombles résidents et anadromes élevés dans des conditions identiques en milieu contrôlé afin de dissocier génétique et environnement. Des géniteurs résidents (R) et anadromes (A) de la souche Laval ont été utilisés pour produire en milieu contrôlé 24 familles selon un plan de croisement demi-frères (RxR, AxA, RxA, AxR). Les familles ont été transférées en eau salée en juin 2004 à l'âge de 1+. Au minimum 10 individus par famille, par groupe et par période d'échantillonnage ont été sacrifiés avant transfert, 10 jours après transfert et en fin d'été pour faire des analyses morphométriques, physiologiques, endocriniennes et génétiques.

- Les résultats préliminaires indiquent une capacité osmorégulatrice similaire chez tous les groupes. La réponse thyroïdienne suite au transfert en eau de mer et lors du retour en eau douce diffère de façon significative entre les AA et les trois autres groupes ce qui semble indiquer que l'expression de la réponse thyroïdienne pourrait être un caractère partiellement dominant.
- L'utilisation de micro-puces à ADN a montré qu'en début d'été les ombles résidents et anadromes montrent des expressions différentielles pour plusieurs gènes, confirmant que les deux groupes diffèrent sur le plan fonctionnel. Un éventail de gènes reliés à la croissance et à la reproduction, exprimés au niveau du foie (métabolisme) et du muscle (croissance), ont été identifiés pour une étude plus poussée en PCR quantitative.



Échantillonnage d'un omble de fontaine anadrome mâle (truite de mer). (photo: Sophie Lenormand)

- Les ombles élevés en eau de mer sont sensibles à des infections de type opportuniste et cette sensibilité diffère entre familles. Nos études effectuées sur l'omble de fontaine et l'omble chevalier ont mis en évidence que ces infections sont causées par *Flexibacter maritimus*. Des travaux sont en cours afin de déterminer si les différences de sensibilité observées sont corrélées à la présence de certains allèles du Complexe majeur d'histocompatibilité, élément déterminant de la réponse immunitaire. ♣

morphological adaptation to fast current. Despite the fact that they no longer exhibit migratory behaviour, resident brook charr still show a phenotypic response to an environmental variable. Therefore, phenotypic plasticity seems to occur early in ontogenesis.

- *When fry of the two groups AA and RR aged 6 months were exposed to high or slow current velocities during 55 days, we did not observe any phenotypic plasticity in the two groups. Differences occurring between groups were independent of environmental influences. Fry already exhibited, at six months old, the characteristics of their group in nature; the fry of the RR group are larger and stockier, whereas those of the AA group are more streamlined. The different current velocities used in the experiment did not modify these morphologies. We conclude that phenotypic plasticity is limited to the earliest developmental stages.*

Genetic basis of physiologic traits associated with anadromy in brook charr

Some studies done in this project aimed to compare acclimation and growth performance in sea water between resident and anadromous brook charr reared in identical controlled conditions. Resident (R) and anadromous (A) breeders were used to produce 24 families following a half-sib crossbreeding plan (RxR, AxA, RxA, AxR). Fish from the different progenies were transferred to sea water at the age of 1+. A minimum of 10 individuals per family, per group, and per sampling time were sacrificed before transfer, 10 days after transfer and at the end of summer in order to perform morphometric, physiological and genetic analysis.

- *Preliminary results showed that all group were well adapted following the seawater transfer with little or no costly compensatory ion regulation for each cross type. The thyroid response following sea water transfer and return to fresh water is significantly different among the AA group and the three others. Notably for a physiological system, the genetic control of thyroid hormone concentrations appears partially dominant.*
- *Using DNA microarrays, we showed that, at the beginning of summer, anadromous and resident forms show differential expression of several genes, confirming that the two groups are functionally different. A spectrum of genes associated with growth or reproduction, expressed at the liver (metabolism) and muscle (growth) levels, were identified to carry on with a quantitative PCR study.*
- *Charr reared in sea water are sensitive to opportunistic infections, but this sensitivity differs among families. We showed that in both, brook and Arctic charr, these infections are caused by *Flexibacter maritimus*. Studies are underway to determine if the observed differences of sensitivity are correlated with the presence of some alleles of the major histocompatibility complex (MHC) involved in immune response. ♣*

Thème 1

Étudiants de 2^e cycle / M. Sc. students: Julie Smith (INRS-ETE); Jean-François Bisailon (INRS-ETE); Gisèle Wagner (INRS-ETE); Judith Bouchard (U. Mtl); Marianne Fradette (U. Mtl); Marie-Eve Bédard (U. Mtl); Nicolas Martel (UQTR); Catherine Brisson-Bonenfant (U. Laval); François Martin (U. Laval); Marie-Andrée Lelièvre; Ashley Horne (Maîtrise, UBC).

Étudiants de 3^e cycle / Ph. D. students: Christian Latulippe (U. McGill); James Luce (U. McGill); Julie Deschênes (UQTR); Patricia Johnston (INRS-ETE).

Chercheurs postdoctoraux / Postdoctoral fellows: Patrice Carbonneau (INRS-ETE); Richard Hedger (U. Laval).

Professionnels de recherche / Research professionals: Francis Bérubé (INRS-ETE); Jean-François Bourque (U. Laval); André Boivin (superviseur, station CIRSA).

Assistants de recherche et stagiaires / Research assistants and interns: Olivier Archambault (U. McGill); Bobby Cooney (U. Mtl); Marie-Catherine Fournier (U. Mtl); Pierre Mesnier (stagiaire, Institut Universitaire Technologique d'Aurillac, France); Amélie Rodier (stagiaire, Cégep St-Laurent); Thomas Garneau (U. Mtl); Andrée-Anne Remy (stagiaire, Cégep St-Laurent); Marc-André Pouliot (INRS-ETE); Jean-Nicolas Bujold (U. Laval); Vincent Bélanger (UQAR); Géraldine Lefranc (stagiaire, École Nationale supérieure d'agronomie de Toulouse, France); Rémi Leduc (stagiaire, Cégep de Saint-Félicien); Pierre Clévenot (stagiaire, Office Franco-Québécois pour la Jeunesse, France); Charles Beaudette (stagiaire, U. de Sherbrooke); Elsa Goerig (U. Laval); Taylor Olsen (UQAR); Sylvio Demers (UQAR); Yanick Larue (UQAR); Jérôme Dubé (UQAR); Mylène Levasseur (INRS-ETE); Jacklyn Cockburn (Queen's University).

Collaborations: Daniel Hatin (MRNF); Denis Fournier (MRNF); Vanessa Cauchon (MRNF); Fred Woriskey (ASF); Paul Brooking (ASF); Marc Mingelbier (MRNF); le personnel de la firme Génivar; Pierre Francus (INRS-ETE); Marc Gauthier (Société Cascapédia); André Chagnon (INRS-ETE); Paul Wilkinson (Freshwater Institute, Winnipeg).

Thème 2

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

Professionnels de recherche / Research professionals: Jean-François Bourque (U. Laval), Pierre Duchesne (U. Laval); Lucie Papillon (U. Laval); Vicky Albert (U. Laval).

Assistants de recherche et stagiaires / Research assistants and interns: Thomas Garneau (U. Mtl); Martine Lacroix (stagiaire, Cégep St-Laurent); Géraldine Loot (stagiaire, France); Robin Martel (U. Laval); François Martin (U. Laval); Amélie Rodier (stagiaire, Cégep St-Laurent); Scott McCairns (U. Laval).

Collaborations: Valérie Bujold (biologiste, MRNF); François Caron (biologiste, MRNF); Jean-Guy Frenette (technicien de la faune, MRNF); Ronald Desbiens, Lynda Desrosiers, Béatrice Ouellet, Mireille Ouellet et tous les autres membres de la Corporation Saumon Rivière Malbaie.

Thème 3

Étudiants de 2^e cycle / M. Sc. students: David Paez (U. Laval); Anabel Carrier (U. Laval); Marika Gauthier-Ouellet (U. Laval); Guillaume Côté (U. Laval); Jonathan Saint-Laurent (UQAR); Sarah Granier (UQAR); Annabelle Lefrant (UQAR); Aliou Faye (UQAR).

Étudiants de 3^e cycle / Ph. D. students: Geneviève Morinville (U. McGill); Véronique Thériault (U. Laval), Andréane Bastien (UQAR); Mélanie Dionne (U. Laval); Christian Roberge (U. Laval); Organe Rossignol (U. Laval); Isabel Thibault (U. Laval); Mathieu Caron (UQAR).

Chercheurs postdoctoraux / Postdoctoral fellows: Guy Perry, Marylène Boulet.

Professionnels de recherche / Research professionals: Jean-François Bourque (U. Laval); Vicky Albert (U. Laval); André Boivin (superviseur, station CIRSA).

Assistants de recherche, technicien et stagiaires / Research assistants, technician and interns: Martin Murdock (technicien de la faune); Sylvain Bouchard (technicien de la faune); Amélie Rodier (stagiaire, Cégep St-Laurent); Thomas Garneau (U. Mtl); Mario Lachance (stagiaire, Cégep Baie-Comeau); Andrée-Anne Remy (stagiaire, Cégep St-Laurent); Olivier Archambault (U. McGill); Catherine Brisson-Bonenfant (U. Laval); Katia Giguère, (U. Laval); Anissa Amry (UQAR); Tammy Bellefleur (UQAR); Dominique Lavallée (UQAR); Émy Rouleau (stagiaire, Cégep de La Pocatière).

Collaborations: Dan Ryan (Université de l'Île-du-Prince-Édouard); Helga Guderley (U. Laval); Pierre Belhumeur (U. Mtl), Jean-Marie Sévigny (MPO-IML); Daniel Cyr (INRS-IAF); Régis Lamy (biologiste, MRNF); Christian Bernier (technicien de la faune, MRNF).

COMMUNICATIONS ET PUBLICATIONS COMMUNICATIONS AND PUBLICATIONS

Articles avec comité de lecture / Refereed journal publications

AUBIN-HORTH, N., D. A. J. RYAN, S. P. GOOD and J. J. DODSON. 2005. Balancing selection on size: effects on the incidence of an alternative reproductive tactic. *Evolutionary Ecology Research*. 7 (8) : 1171-1182

AUBIN-HORTH, N., J-F. BOURQUE, G. DAIGLE, R. D. HEDGER, J. J. DODSON. 2006. Spatial gradients in size thresholds for alternative male life history tactics in a population of Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (sous presse / in press).

BLANCHET, S., J. J. DODSON and S. BROSSE. 2006. Influence of habitat structure and fish density on Atlantic salmon *Salmo salar* L. territorial behaviour. *Journal of Fish Biology*. 68: 951-957

BLANCHET, S., G. LOOT, G. GRENOUILLET and S. BROSSE. 2006. (soumis à / submitted to *Ecology of Freshwater Fish*). Competitive interactions between native and exotic salmonids: a combined field and laboratory demonstration.

BLANCHET, S., L. BERNATCHEZ and J. J. DODSON. 2006. (soumis à / submitted to *Behavioral Ecology and Sociobiology*). Individual and Group Responses of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) to Multiple Simulated Predators.

BLANCHET, S., G. LOOT, L. BERNATCHEZ and J. J. DODSON. 2006. (soumis à / submitted to *Oecologia*). Integrating the individual ecology of native species to assess the impact of Invaders: a case study.

BURGE, L. and M. LAPOINTE. 2005. Understanding the temporal dynamics of the wandering Renous River, New Brunswick, Canada. *Earth Surface Processes and Landforms*. 30: 1227-1250

CARBONNEAU, P. E., N. E. BERGERON and S. N. LANE. 2005. Automated grain size measurements from airborne remote sensing for long profile measurements of fluvial grain sizes. *Water Resources Research*. 41 (11), W11426 (9 p.), doi:10.1029/2005WR003994.

CARBONNEAU P. E., N. E. BERGERON, and S. N. LANE. 2006. Feature based image processing methods applied to bathymetric measurements from airborne remote sensing in fluvial environments, *Earth Surface Processes and Landforms* (sous presse / in press; published online 17 May 2006; doi: 10.1002/esp.1341).

DAVEY, C. and M. LAPOINTE. 2006. Sedimentary links and the spatial organization of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawning habitat in a Canadian shield river. *Geomorphology* (sous presse / in press).

DESCHÊNES, J. and M. A. RODRÍGUEZ. 2005 (soumis à / submitted to *Ecology*). Multi-scale analysis of stream fish

assemblages by means of hierarchical decomposition of variation.

DUCHESNE, P., CASTRIC and T. L. BERNATCHEZ. 2005. PASOS (parental allocation of singles in open systems): A computer program for individual parental allocation with missing parents. *Molecular Ecology Notes*. 5 : 701-704.

DUCHESNE, P., C. ÉTIENNE, L. BERNATCHEZ. 2006. PERM: A computer program to detect structuring factors in social units. *Molecular Ecology Notes* (sous presse / in press, available online 16 May 2006, doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01414.x).

FRASER, D., C. LIPPÉ and L. BERNATCHEZ. 2004. Consequences of unequal population size, asymmetric gene flow and sex-biased dispersal on population structure in brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Molecular Ecology*. 13 : 67-80.

FRASER, D. and L. BERNATCHEZ. 2005. Migratory charr schools exhibit population and kin associations beyond juvenile stages. *Molecular Ecology*. 14: 3133-3146.

FRASER, D. and L. BERNATCHEZ. 2005. Allopatric origins of sympatric brook charr populations: colonization history and admixture. *Molecular Ecology*. 14: 1497-1509.

FRASER, D. and L. BERNATCHEZ. 2005. Adaptive migratory divergence among sympatric brook charr populations. *Evolution*. 59 (3): 611-624.

HEDGER, R.D., J. J. DODSON, N.E. BERGERON and F. CARON. 2005. Habitat selection by juvenile Atlantic salmon : the interaction between physical habitat and abundance. *Journal of Fish Biology*. 67: 1054-1071.

HEDGER, R.D., J. J. DODSON, J-F. BOURQUE, N.E. BERGERON and P.E. CARBONNEAU. 2006. Improving juvenile Atlantic salmon habitat modelling through the use of high resolution remote sensing. *Ecological Modelling* (sous presse / in press; available online 3 mai 2006, doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.03.028).

HEDGER, R.D., N.E. BERGERON, F. CARON and J. J. DODSON. 2006. Predicting the temporal transferability of fluvial habitat quality models from river habitat characteristic. *River Research and Applications* (en révision / under revision).

HEDGER, R.D., J. J. DODSON, J-F. BOURQUE, N.E. BERGERON and P.E. CARBONNEAU. 2006. The application of remote sensing to juvenile Atlantic salmon habitat modelling. Special issue of the *Canadian Journal of Remote Sensing: Proceedings of the 26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment* (2005), Wolfville, Nova Scotia. 32(2).

HIRIART-BAER, V., C. AUDET and J. PELLERIN. 2005. Investigations on health of anadromous arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the eastern Canadian arctic ecosystem. *Journal de Recherche Océanographique*. 30 (1-2): 1-11.

JULIEN, H. P. and N. E. BERGERON. 2006. Effect of fine sediment infiltration on Atlantic salmon (*Salmo salar*) embryo survival. *Hydrobiologia*. 563: 61-71.

LEVASSEUR, M., F. BÉRUBÉ and N.E. BERGERON. 2006. A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial salmonid redds. *Earth Surface Processes and Landforms*. 31: 526-530.

LEVASSEUR, M., N.E. BERGERON, M. LAPOINTE and F. BÉRUBÉ. 2006. Effects of silt and very fine sand dynamics in Atlantic salmon (*Salmo salar*) redds on embryo hatching success. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 63 (7): 1450-1459.

MORINVILLE, G.R. and J.B. RASMUSSEN. 2006. Marine feeding patterns of anadromous brook trout (*Salvelinus fontinalis*) inhabiting an estuarine river fjord. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (sous presse / in press).

MORINVILLE, G.R. and J.B. RASMUSSEN. 2006. Does life-history variability in salmonids affect habitat use by juveniles? A comparison among streams open and closed to anadromy. *Journal of Animal Ecology*. 75: 693-704.

MORINVILLE, G. and J.B. RASMUSSEN. 2006. Distinguishing between juvenile anadromous and resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*) using morphology. *Environmental Biology of Fishes* (en révision / in revision).

PERRY, G.M.L., C. AUDE and, L. BERNATCHEZ. 2005. Maternal genetic effects on adaptive divergence between anadromous and resident brook charr during early life history. *Journal of Evolutionary Biology*. 18: 1348-1361.

ROBERGE, C., S. EINUM, H. GUDERLEY and L. BERNATCHEZ. 2006. Rapid parallel evolutionary changes of gene transcription profiles in farmed Atlantic salmon. *Molecular Ecology*. 15: 9-20.

SMITH, J.C., F. BÉRUBÉ and N.E. BERGERON. 2005. A field application of particle image velocimetry (PIV) for the measurement of surface flow velocities in aquatic habitat studies. Special issue of the *Canadian Journal of Remote Sensing: Proceedings of the 26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment*, Wolfville, Nova Scotia. 32(2), paper no 87.

ZIMMERMAN, A. and M. LAPOINTE. 2005. Intergranular flow velocity through salmonid redds: sensitivity to fines infiltration during low intensity sediment transport events. *River Research and Applications*. 21: 865-881.

ZIMMERMAN, A. and M. LAPOINTE. 2005. Biases of submerged bulk and freeze-core samples. *Earth Surface Processes and Landforms*. 30: 1405-1417.

ZIMMERMAN, A. and M. LAPOINTE. 2005. Sediment infiltration traps: their use to monitor salmonid spawning habitat in headwater tributaries of the Cascapédia River, Québec. *Hydrological Processes*. 19: 4161-4177.

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

BERNATCHEZ, L. 2005. La vie sexuelle des saumons... (entrevue réalisée le 30 mars 2002 par Mme Pauline Gravel (journal *Le Devoir*) et mis à jour en juillet 2005 par L. Bernatchez). *Chronique « Les Secrets de Salmo »*, Saumons illimités, magazine de la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA). 28 (3) (no 73): 42-43.

CARON, F. et DIONNE M. 2006. La génétique? À chaque rivière son saumon... « Les Secrets de Salmo », Saumons illimités, magazine de la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA). 29(1) (no 74): 40-41.

MARTIN, F. et J.J. DODSON. 2006. La migration vers la mer des jeunes saumonnettes. « Les Secrets de Salmo », Saumons illimités, magazine de la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA). Volume 29(3) (no 75): 36-38.

THIBAUT, I. 2006. Projet de recherche sur la truite arc-en-ciel: la collaboration des pêcheurs sportifs est demandée. « Les Secrets de Salmo », Saumons illimités, magazine de la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA). Volume 29(3) (no 75): 39.

Thèses / Theses

BISAILLON, Jean-François. 2005. L'effet des conditions hivernales sur la mortalité du saumon atlantique juvénile et sur la formation de la glace de fond. Mémoire de maîtrise en Sciences de la Terre, INRS-Eau, Terre et Environnement (Direction Normand Bergeron).

BRISSON BONENFANT, Catherine. 2006. Stratégie conditionnelle et migration chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) juvénile. Mémoire de Maîtrise. Département de biologie, Faculté des sciences et de génie. Université Laval (Direction Julian Dodson).

FAYE, Aliou. 2006. Profil endocrinien de mâles d'ombles (*Salvelinus alpinus*) et (*Salvelinus fontinalis*) en fonction de présence ou non de maturité sexuelle précoce. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski (Direction Céline Audet).

LATULIPE, Christian. 2006. Morpho-sedimentary dynamics of pool-riffle sequences in a gravel bed river: bedload transport reversal and pool-riffle maintenance. McGill University, Department of Geography. PhD thesis (Direction Michel Lapointe).

MARTEL, Nicolas. 2006. Réponses des communautés de macroinvertébrés des ruisseaux aux activités forestières et au contexte environnemental à différentes échelles spatiales. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Trois-Rivières (Direction Marco A. Rodríguez).

MORINVILLE, Geneviève. 2005. The bioenergetic basis of anadromy in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). McGill University, Department of Biology. Ph.D. thesis (Direction Joseph Rasmussen). ♣



Geosalar II - Suivi de la migration vers la mer des smolts (rivière York, havre et baie de Gaspé). Trajectoire reconstituée de 2 smolts marqués avec des émetteurs acoustiques à partir des enregistrements des 50 récepteurs VR2. (photo: Daniel Hatin et François Martin)

Projet de recherche sur l'invasion de la truite arc-en-ciel au Québec



- 1) Retracer l'histoire de l'établissement et de la dispersion de la truite arc-en-ciel dans les eaux québécoises.
- 2) Déterminer sa distribution actuelle.
- 3) Déterminer les caractéristiques environnementales favorisant ou empêchant sa colonisation.
- 4) Déterminer avec précision le cycle vital de cette espèce, son habitat et son potentiel d'expansion démographique.
- 5) Évaluer son impact sur les autres espèces de salmonidés indigènes (saumon, truite de mer).

La sollicitation des pêcheurs est demandée pour nous aider à récolter des spécimens de truites arc-en-ciel un peu partout au Québec.

Chaque spécimen rapporté donnera droit à un tirage. De nombreux prix à gagner. Pour plus de détails concernant cette campagne d'échantillonnage et les prix pour le tirage, visiter le site : www.quebec-ocean.ulaval.ca/LabDodson/Truite%20arc-en-ciel



Ressources naturelles
et Faune
Québec



CONFÉRENCES, POSTERS

CONFERENCE PRESENTATIONS, POSTERS

Les membres du CIRSA ont présenté 51 conférences et posters (consulter notre site Web (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 51 conferences and posters (see our Web site for detailed list) in several national and international meetings including :

- Conférence annuelle de la "Fisheries Society of the British Isles" (Bangor, UK, 18-22 juillet 2005);
- Gordon Research Conferences: Evolutionary and Ecological Functional Genomics (Oxford, UK, 31 juillet-5 août 2005);
- Xth Congress of the European Society for Evolutionary Biology (Cracovie, Pologne, 15-20 août 2005);
- Conférence annuelle de l'*American Fisheries Society* (Anchorage, Alaska, USA, 11-15 septembre 2005);
- Rencontre technologique Centre québécois de valorisation des biotechnologies (CQVB) - Réseau Aquaculture Québec (RAQ) (U. Laval, Québec, QC, 12 septembre 2005);
- Second Bi-Annual Conservation Genetics Symposium (Pacific Grove, Californie, USA. 25-28 septembre 2005);
- AquaNet V (Victoria, BC, 18-21 octobre 2005);
- Assemblée Générale Annuelle de Québec-Océan (Rivière-du-Loup, QC, 16-17 novembre 2005);
- Geosalar conference: Geomatics and Fish habitat Modelling in Rivers and Estuaries (Musée de la civilisation, Québec, QC, 17-18 novembre 2005);
- Canadian Conference for Fisheries Research (CCFFR) (Calgary, AB, 5-7 janvier 2006);
- Congrès inaugural de la Société Canadienne d'Écologie et d'Évolution (SCEE) (Montréal, 3-4 avril 2006);
- Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement, INRS-ETE, Québec, QC, 21 avril 2006;
- Aqua2006 (Florence, Italie, mai 2006);
- Colloque: Des saumons et des hommes : pressions anthropiques et gestion des écosystèmes de salmonidés en rivière. Contributions du CIRSA; 74^{ème} congrès de l'ACFAS, (U. McGill, Montréal, QC, 15 mai 2006);
- Second International Symposium on the "Ecology of Stream Fish" (Léon, Espagne, 12-16 Juin 2006).

LES PARTENAIRES / PARTNERS

Alcan inc.
Aquasalmo R&D inc.
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)
BC Ministry of Sustainable Resource Management
CGI, Information Systems and Management Consultants Inc.
Comité de Concertation de la Baie de Gaspé
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 Saumon rivière Malbaie
Développement économique Canada (DEC / ECD)
Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA)
Fédération du saumon atlantique (FSA / ASF)
Fédération des gestionnaires de rivières à saumon du Québec (FGRSQ)
Fédération québécoise de la faune
Fondation de la faune du Québec (FFQ)
Fondation pour le saumon du Grand Gaspé
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
GazMétro
Genivar
GEOIDE (Réseau canadien de centres d'excellence)
Hydro-Québec
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF)
Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE)
Parc Marin du Saguenay St-Laurent
Québec Pêche
Société Cascapedia inc.
Société de gestion des rivières de Gaspé, rivières York, Dartmouth, Saint-Jean
Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites
Station piscicole de Baldwin Mills
Station piscicole de Tadoussac

RÉUNION SCIENTIFIQUE DU CIRSA

SCIENTIFIC MEETING OF CIRSA

Le CIRSA a tenu les 9 et 10 mars 2006 à l'université Laval, Québec, sa neuvième réunion scientifique annuelle. Environ 80 personnes ont assisté à ces deux journées, marquées par la présentation de 20 communications orales présentées par les membres du CIRSA (voir notre site Web : www.bio.ulaval.ca/CIRSA).

The ninth annual scientific meeting of CIRSA was held between the 9th and 10th of March 2006 at Laval University, Quebec City. 80 persons attended the two-day meeting, where 20 oral communications were presented by members of CIRSA (see our Web site).

ADMINISTRATEURS

ADMINISTRATORS AQUASALMO R&D INC.

M. Gilles L. Duhaime
Président, Aquasalmo R&D inc.

Mme Nadia Ghazzali
Vice-présidente, Aquasalmo R&D inc.
Adjointe au Vice-recteur à la recherche,
Université Laval

M. Richard Poulin
Trésorier, Aquasalmo R&D inc.

M. Michel Lapointe
Directeur scientifique, CIRSA

M. Pierre Tremblay, O.C.
Secrétaire, Aquasalmo R&D inc.

M. Louis Vaillancourt
Conseiller juridique, Aquasalmo R&D inc.
Avocat, Ogilvy Renaud

M. Louis Aubry
Directeur général intérimaire,
Développement et aménagement de la faune (MRNF)

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. Mathieu Bouchard
Vice-président, Branding et Développement économique,
ALCAN inc.

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

M. Rémy Bujold
Avocat

M. Stéphane Audy
Avocat, Langlois Kronström Desjardins



Équipe du CIRSA à la station de recherche (rivière Sainte-Marguerite), été 2005. (photo: CIRSA)

COMMENT NOUS JOINDRE

HOW TO REACH US

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

(514) 398-4959 (Michel Lapointe)
(418) 656-3289 (Julian Dodson)
(418) 656-2681 (Françoise Colombani)
(418) 656-2043 et (418) 656-2339 (télécopieur / fax)

adresse électronique / E-mail

cirsa@cirsa.ulaval.ca

site internet / Web site

www.bio.ulaval.ca/CIRSA

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

(15 mai-30 septembre)

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

(May 15-September 30)

(418) 236-9411 (téléphone / telephone)

(418) 236-9412 (télécopieur / fax)

Aquasalmo R&D inc.

86, chemin Saint-Louis
Québec (Québec)
G1R 3Z5

Éditrice, rédactrice / *Publisher, editor*: Françoise Colombani
Concepteur graphique / *Graphic designer*: Caroline Berger

Photo de la couverture : Rivière Dartmouth, Gaspésie. (photo: Mélanie Dionne)