

Rapport Annuel Annual Report 2000-2001



CENTRE INTERUNIVERSITAIRE
DE RECHERCHE SUR LE
SAUMON ATLANTIQUE

MEMBRES ET PERSONNEL

MEMBERS AND STAFF

Les chercheurs / *Principal investigators*

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

Dr Normand Bergeron
Institut national de la recherche scientifique
INRS-Géoressource, Sainte-Foy
Tél.: (418) 654-3703
Nbergeron@gsc.nrcan.gc.ca

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

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

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

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

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

Dr Joseph Rasmussen
Département de biologie
Université McGill, Montréal
Tél.: (514) 398-6467
jrasmu@bio1.Lan.mcgill.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.quebec.ca



photo : Véronique Thériault

Personnel / *Staff*

Dany Bussièrès
gérant-coordonnateur de la recherche / *station manager
and research co-ordinator*

Françoise Colombani
Responsable administrative / *administration officer*

André Boivin
responsable des opérations de terrain / *field officer*

Colette Dufour
aide-cuisinière / *assistant cook*

Albertine Gauthier
chef-cuisinière / *head cook*

Cynthia Hovington
entretien ménager / *housekeeping*

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

La station de recherche du CIRSA se trouve sur les bords de la rivière Sainte-Marguerite près de Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay. La rivière se jette dans la baie Sainte-Marguerite située sur la rive nord du fjord du Saguenay, 25 km en amont de sa confluence avec l'estuaire du Saint-Laurent. La station est composée de maisons mobiles réaménagées en hébergement pour 30 personnes, en cuisine et salle à dîner, en laboratoires et installations sanitaires. La station dispose également d'un gazebo et d'un hangar d'entreposage.

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, de la Société de la faune et des parcs du Québec, de la Fédération québécoise pour le saumon Atlantique, de la Fondation de la faune du Québec, de Développement économique Canada et d'autres organismes à caractère faunique, tous intéressés à la création d'un centre de recherche permanent consacré au développement durable du saumon Atlantique. La station est administrée par une corporation à but non-lucratif, la Corporation de soutien aux initiatives de recherche sur le saumon Atlantique (CIRSA) inc.

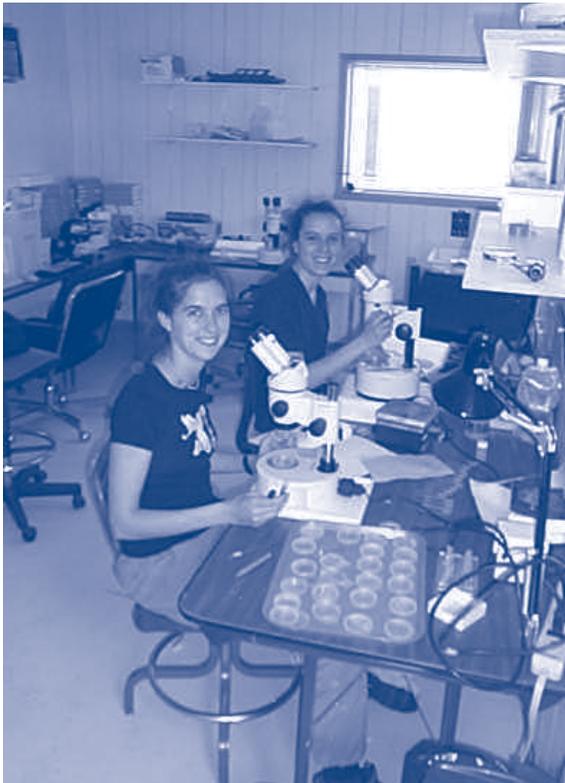


photo: Véronique Thériault

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

The research station of CIRSA is located close to the shores of the Sainte-Marguerite River near Sacré-Cœur-sur-le-fjord-du-Saguenay, Quebec. The river flows into Baie Sainte-Marguerite situated on the north shore of the Saguenay fjord 25 km upstream of its confluence with the St. Lawrence estuary. The station is composed of converted trailers providing accommodation for 30 people, a staffed kitchen and dining hall, two laboratories, toilet and shower facilities, a gazebo and a storage hangar.

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 Société de la faune et des parcs du Québec, the Fédération Québécoise pour le Saumon Atlantique, the Fondation de la Faune du Québec, Economic Development, Canada and others organisms, all interested in the creation of a permanent research centre dedicated to the sustainable development of Atlantic salmon. The field station is administered by a private, non-profit corporation, the Corporation de soutien aux initiatives de recherche sur le saumon Atlantique (CIRSA) inc.

LES PARTENAIRES / PARTNERS

Alcan
Association des pêcheurs sportifs de la Bonaventure inc. (APSB)
Association des pêcheurs sportifs des rivières Cascapédia (APSRC)
Association de la rivière Sainte-Marguerite inc. (ARSM)
Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG / NSERC)
Corporation de gestion de la rivière des Escoumins (CGRSE)
Corporation de pêche Sainte-Marguerite (CPSM)
Développement économique Canada (DEC)
Fédération québécoise pour le saumon Atlantique (FQSA)
Fondation de la faune du Québec (FFQ)
Fonds décentralisé de création d'emplois de la Côte-Nord (FDCE)
Genivar
Hydro-Québec
Ministère des Ressources naturelles
Parc Marin du Saguenay-St-Laurent
Société Cascapedia inc.
Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ)
Société pour la restauration de la rivière Betsiamites
Station piscicole de Baldwin Mills
Station piscicole de Tadoussac

RAPPORT FINANCIER CIRSA AU 31 MARS 2001

CIRSA FINANCIAL STATEMENT AS OF MARCH 31, 2001

Revenus / Revenue

Alcan	120 000 \$
Fondation de l'université Laval	15 000 \$
Développement économique Canada/ <i>Canada Economic development</i>	87 994 \$
Fondation de la Faune du Québec	29 500 \$
Faune et Parcs Québec	50 000 \$
Projet génétique (FAPAQ)	10 000 \$
Société Cascapédia	9 000 \$
Commandite colloque (FAPAQ/FQSA)	1 000 \$
Subvention emploi stratégique	3 500 \$
Autres	14 690 \$
Total / Total	340 684 \$

Dépenses / Expenditures

Salaires / Salaries	
Bourses d'étudiants / <i>Scholarships</i>	71 400 \$
Assistants et professionnels / <i>Undergraduates and professionals</i>	67 824 \$
Personnel de soutien / <i>Station personel</i>	98 674 \$
Équipements / Equipment	
Achat ou Location / <i>Purchase or rental</i>	6 109 \$
Matériel et fournitures / <i>Material and supplies</i>	17 019 \$
Frais de recherche / <i>Research costs</i>	27 837 \$
Réunions, colloque / <i>Cirsa Meetings</i>	1 152 \$
Fonctionnement de la station / <i>Field station</i>	43 520 \$
Administration / <i>Administration</i>	10 525 \$
Total / Total	344 060 \$
Solde / Balance	-3 376 \$

RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS

Activité du centre en 2000

En 2000 (du 1^{er} mai au 3 novembre), la station de recherche du CIRSA a accueilli un total de 1 883 jours-personnes. L'activité s'est déployée sur 5 autres rivières à saumons du Québec. Des Escoumins et Betsiamites (Côte-Nord), Petite Cascapédia, Bonaventure et Grande Cascapédia (Gaspésie). Au cours de la période hivernale 2000-2001, une équipe a effectué des travaux de recherche portant sur les conditions hivernales des jeunes saumons sur la rivière Petite Cascapédia et Bonaventure, et sur la dynamique d'infiltration des sédiments fins sur les frayères de la rivière Sainte-Marguerite. Le total du nombre de jours-personnes (3 041) des cinq rivières est légèrement inférieur à 1999 mais supérieur aux autres années d'activités antérieures du Centre. ♦

SUMMARY OF ACTIVITIES

Occupation rate in 2000

In 2000 (May 1 to November 3), the research station of CIRSA logged a total of 1883 person-days. Research activity was expanded to include 5 additional rivers; Des Escoumins R. and Betsiamites on Québec's north shore and the Petite Cascapédia R., Bonaventure R. and Grande-Cascapédia R. on the Gaspé peninsula. Research activity continued during the winter of 2000-2001 on the Bonaventure and Petite Cascapédia Rivers (winter habitat of juvenile Atlantic salmon), and on the Sainte-Marguerite River (Infiltration dynamics of fine sediment on spawning sites). CIRSA's total research effort reached 3 041 person-days in 2000, which was slightly lower than in 1999, but more important than during the years preceding 1999. ♦

Tableau 1 : L'effort de terrain du CIRSA au cours des six dernières années.

Table 1: CIRSA's research activities in the field since 1995.

Rivières / River	2000	1999	1998	1997	1996	1995
Sainte-Marguerite	1 883	2 510	2 520	2 706	2 438	1 200
Des Escoumins et Betsiamites	308	351				
Petite Cascapédia et Bonaventure	610	355				
Grande Cascapédia	240					
Total	3 041	3 216	2 520	2 706	2 438	1 200

TRAVAUX DE RECHERCHE : DES NOUVELLES ORIENTATIONS

Le programme initial de recherche du CIRSA (1995-2000) portait sur l'étude des facteurs environnementaux et génétiques qui contrôlent la production des saumons en eau douce. Le projet de recherche touche à tous les niveaux de l'écosystème fluvial; la limnologie, l'écologie des poissons, l'écohydraulique et la génétique moléculaire. À partir de l'an 2000, le CIRSA a réorienté ses projets de recherche. Quoique le CIRSA désire toujours maintenir sa mission d'institut de recherche fondamentale, la nouvelle orientation reflète mieux les préoccupations de ceux et celles qui sont responsables de la gestion et de la conservation des populations de saumon dans les rivières du Québec et d'ailleurs. De plus, le CIRSA a commencé à étendre ses travaux sur un plus grand nombre de rivières au Québec. Les projets de recherche du CIRSA sont dorénavant regroupés sous 3 thèmes: qualité et aménagement des habitats, efficacité des méthodes de repeuplement et déterminisme de l'abondance des stocks. En 2000, l'effort de recherche s'est déployé sur plus d'une région du Québec soit; la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay), la rivière Des Escoumins et Betsiamites (Côte-Nord) et les rivières Petite Cascapédia, Bonaventure et Grande-Cascapédia (Gaspésie). De plus, au printemps 2001 les activités du thème « efficacité des méthodes de repeuplement » s'effectueront dans les rivières Malbaie (Charlevoix) et À Mars (Saguenay). ♦

1 THÈME 1 QUALITÉ ET AMÉNAGEMENT DES HABITATS

Chercheurs principaux: Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Michel Leclerc, Marco Rodriguez et Asit Mazumder.

Un élément d'importance majeure dans tous les plans d'aménagement est de bien prédire la capacité de support des rivières à saumon. La compréhension de l'interaction des facteurs physiques et biotiques et de leur influence sur la qualité de l'habitat des jeunes saumons est essentielle afin de prédire et de manipuler la productivité des rivières. L'objectif central de ce thème est le développement de modèles d'habitat du saumon et d'outils d'évaluation, d'aménagement et de gestion des rivières afin de conserver la qualité des habitats salmonicoles. Quatre sous-thèmes ont été développés et ce sont:

- A. Développement des modèles d'habitat
- B. Dynamique d'ensablement et ses effets sur l'habitat du saumon

RESEARCH: NEW DIRECTIONS FOR CIRSA

The major objective of CIRSA's initial research program (1995-2000) was to document the environmental and genetic control of salmon production in freshwaters. This whole ecosystem approach involves expertise in fluvial geomorphology, limnology, fish ecology, ecological hydraulics and molecular genetics. Beginning in 2000, CIRSA reoriented its research objectives. Although CIRSA wishes to maintain its mission as an institute of fundamental research, our new research directions will better reflect the preoccupations of those responsible for the management and conservation of Atlantic salmon populations in the rivers of Quebec and elsewhere. Furthermore, CIRSA has been expanding its research effort to other rivers in other regions of Quebec. The research projects conducted by CIRSA are now pooled according to three themes: habitat quality and development, assessing population enhancement methodology and determinants of stock abundance. In addition, the research effort in 2000-2001 was conducted in three regions of Quebec: the Sainte-Marguerite River (Saguenay), the Escoumins River (Côte-Nord) and Petite Cascapédia, Bonaventure and Grande-Cascapédia rivers (Gaspésie). In 2001 (spring) CIRSA will expand its research to two more rivers; La Malbaie (Charlevoix) and À Mars (Saguenay). ♦

1 THEME 1 HABITAT QUALITY AND MANAGEMENT

Principal investigators: Normand Bergeron, Daniel Boisclair, Michel Lapointe, Michel Leclerc, Marco Rodriguez et Asit Mazumder.

A key element in all development plans is the ability to predict the carrying capacity of salmon rivers. Understanding the interaction of physical and biological factors and their influence on salmon habitat quality is essential in predicting and eventually manipulating production. The main goal of this theme is to develop habitat models needed to insure the conservation of high quality salmon habitat. Four objectives are developed:

- A. Habitat model development
- B. The dynamics of gravel substrate silting and its effect on salmon habitat
- C. Impact of forest cutting on salmon conservation in the drainage basin of Grande Cascapédia River
- D. Salmon nutritional ecology

- C. Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia
- D. Écologie alimentaire du saumon

DÉVELOPPEMENT DES MODÈLES D'HABITAT

L'approche implique la description des caractéristiques physiques et biologiques qui déterminent la distribution et la densité des saumons juvéniles ainsi que la quantification des indicateurs de succès des saumons juvéniles comme les taux de consommation, les coûts d'utilisation des habitats et la croissance. Ces relations biologiques sont ensuite combinées à un modèle hydrologique pour évaluer les effets de changements de débit sur la quantité et la qualité des habitats disponibles. Les modèles développés nous permettront de prédire les effets de perturbations d'origine naturelle ou humaine sur la quantité et la qualité des habitats du saumon Atlantique et ainsi sur la capacité de support des rivières.

Faits saillants des résultats

Modélisation de la distribution spatiale de tacons du saumon Atlantique à l'aide des facteurs physiques (variables hydrauliques et géomorphologiques)

- Les modèles biologiques probabilistes d'habitat sont basés sur les patrons d'utilisation par les poissons des conditions physiques (profondeur de l'eau, vitesse du courant et substrat) d'une rivière. Nous avons démontré qu'il est possible de prédire la qualité de l'habitat et les patrons de distributions des tacons de la rivière des Escoumins à l'aide de modèles biologiques probabilistes développés pour des poissons de la rivière Sainte-Marguerite.
- Nous avons commencé à développer des modèles pour prédire comment des tacons naturels réagissent après l'ensemencement de poissons de piscicultures (demeurer ou quitter les meilleurs habitats). Des essais effectués sur la rivière des Escoumins indiquent que les saumons ensemencés sont rapidement déportés. Peu de tacons réussissent à s'établir près de l'endroit où ils ont été introduits.

Modélisation bioénergétique

Les coûts énergétiques de l'activité des juvéniles du saumon Atlantique dans un écoulement turbulent

- Les enregistrements vidéos des déplacements des juvéniles dans la rivière Sainte-Marguerite et les

HABITAT MODEL DEVELOPMENT

The approach involves describing the physical and biological characteristics that determine the distribution and density of juvenile salmon and quantifying indicators of juvenile success such as consumption rates, habitat utilization costs and growth. Those biological relations are then combined with an hydrological model in order to evaluate the effect of flow variations on the quantity and quality of available habitats. Models developed will allow us to predict the impact of natural or human perturbations on the quantity and quality of Atlantic salmon habitats and upon the carrying capacity of rivers.

Key findings

Modeling of salmon Atlantic parr spatial distribution as a function hydrological and geomorphic variables

- *Probabilistic biological models of habitat use are based on how fish exploit physical conditions (water depth, flow rate and substrate size) in a given river. We demonstrated that it is possible to predict habitat quality and parr distribution patterns in the des Escoumins River from probabilistic biological models developed for the Sainte-Marguerite River.*



photo: Francis Bérubé

mesures des fluctuations de vitesse de l'écoulement à la position du poisson nous laissent supposer que les poissons ne préfèrent pas les périodes de vitesse faible pour attaquer une proie mais qu'ils réagissent plutôt à la turbulence engendrée par des changements de vitesse du courant.

Modélisation hydrodynamique des rivières

- Le logiciel HYDROSIM-MODELEUR a été mis à la disposition des autres équipes du CIRSA (Daniel Boisclair (U. Mtl), Michel Lapointe (U. McGill) et Normand Bergeron (INRS-géoressources)) en vue de les supporter dans la réalisation de leur travaux de modélisation. Une version du logiciel a également été installée à la FAPAQ où des biologistes pourront s'en servir dans leurs travaux reliés à la conservation des habitats piscicoles.

DYNAMIQUE D'ENSABLEMENT ET SES EFFETS SUR L'HABITAT DU SAUMON

Les projets de ce sous-thème visent à caractériser la problématique d'ensablement du substrat et la qualité sédimentologique des frayères mettant en relation la distribution spatiale de l'ensablement et le type de dynamique (pente de la rivière, nature du lit, présence de talus instables, etc.) dans un tronçon donné de rivière. Les études géomorphologiques et biologiques permettent de préciser l'étendue et les causes du problème d'ensablement et son effet sur l'habitat de fraie et sur l'habitat d'hiver des juvéniles.

Faits saillants des résultats

Nettoyage des frayères

Restauration de la qualité du substrat de fraie du saumon Atlantique

- Durant l'année 2000-2001, nous avons testé et développé sur la rivière Sainte-Marguerite une nouvelle technique d'échantillonnage du substrat afin d'analyser les changements dans la qualité de ce dernier tout au long de la période d'incubation des œufs du saumon Atlantique. Il s'agit de la cellule granulométrique qui permet de récolter des échantillons du substrat sous couvert de glace (voir photo p. 4).
- Nous avons effectué une caractérisation détaillée de la qualité du substrat de fraie de la rivière Betsiamites. Les calculs d'indices théoriques, reliant quantité de sédiments fins et taux de survie, ont démontré que la qualité du substrat des frayères est relativement pauvre dans cette rivière.

- *We began developing models to predict how wild parr react to the introduction of stocked fish. Tests in des Escoumins River indicate that stocked salmon are quickly dispersed. Few parr settled with successfully near the place they were introduced.*

Bioenergetic modeling

Energetic costs of salmon juvenile salmon activity in a turbulent flow.

- *Video recording of juveniles in the Sainte-Marguerite River and measures of flow rate fluctuations suggest that fish do not prefer periods of low flow rate to attack prey but rather that they react to turbulence provoked by flow rate changes..*

Hydrodynamic modeling of rivers

- *HYDROSIM-MODELEUR software became available to other CIRSA teams (Daniel Boisclair (U. Mtl), Michel Lapointe (U. McGill) and Normand Bergeron (INRS-Georessources)) to support their modeling efforts. A version of the software has also been made available to FAPAQ biologists.*

THE DYNAMICS OF GRAVEL SUBSTRATE SILTING AND ITS EFFECT ON SALMON HABITAT

The aim is to characterize substrate silting and the sedimentological quality of spawning beds by correlating the spatial distribution of silting and river dynamics (river slope, bed composition, unstable banks, etc.) in a given section of a river. River bed evolution studies and biological studies allow us to document the extent and the causes of the silting problem and its effect on spawning habitat and on juvenile winter habitat.

Key findings

Restoration of Spawning sites

Restoration of Atlantic salmon spawning substrate quality

- *In 2000-2001 we developed and tested a new substrate sampling technique in the Sainte-Marguerite River in order to analyze substrate quality changes during the entire egg incubation period of Atlantic salmon. It is the "granulometric cell" which allows collection of substrate samples under ice (see photo p. 4).*
- *A detailed characterization of spawning substrate quality of Betsiamites River was conducted. Calculations of the*

Habitat d'hiver

L'habitat d'hiver des saumons Atlantique juvéniles des rivières Petite-Cascapédia et Bonaventure

- Il est connu que les juvéniles adoptent un comportement actif nocturne durant l'hiver alors que durant la journée on les retrouve enfouis dans les interstices du substrat. Durant l'été 2000, nous avons observé que les tacons de la Petite Cascapédia et ceux du site amont de la Bonaventure adoptent une période d'activité nocturne (comportement de type hivernal). Par contre, pour les mêmes périodes, les alevins sont actifs durant le jour et ce, sur les deux rivières.
- Les caractéristiques des déplacements été/automne des juvéniles des deux rivières ont été étudiées en lien avec la disponibilité d'habitat hivernal. Les alevins sont plus mobiles que les tacons. Les alevins de la rivière Bonaventure semblent se déplacer davantage que ceux de la Petite-Cascapédia. Pour ce qui est des tacons, aucune différence significative dans les déplacements n'a été observée.

Caractérisation de la géométrie interstitielle des graviers fluviaux et de l'habitat hivernal diurne du saumon Atlantique juvénile

- Nous avons développé une nouvelle méthode de photogrammétrie digitale capable de produire des Modèles Numériques de Terrain (MNT) d'une résolution de 1 mm² sur une surface de 40 X 40 cm et ce, avec une précision de ±2-8 mm. Ces données permettront une étude détaillée des relations entre les tailles des interstices du gravier, les tailles des particules du substrat et la complexité de la surface. Cette nouvelle méthode a été appliquée sur les berges des rivières Sainte-Marguerite, Bonaventure et Petite Cascapédia durant l'automne 2000.

Étude comparative de l'habitat salmonicole des rivières Petite Cascapédia et Bonaventure

- La Petite Cascapédia supporte une population salmonicole relativement plus faible que celle de la Bonaventure. Nous voulons tester l'hypothèse selon laquelle l'habitat de reproduction et/ou l'habitat de refuge hivernal constituent des aspects limitants de l'habitat salmonicole sur la Petite Rivière Cascapédia, en comparaison des conditions de la Rivière Bonaventure. La quantité de gros substrat (blocs), pourrait être un des aspects limitatifs de l'habitat des gros tacons sur le tronçon principal de la Petite Cascapédia, comme élément de l'habitat de refuge hivernal ou de l'habitat d'alimentation d'été.

theoretical index, correlating fine sediment quantity to egg survival rates, demonstrated that spawning substrate quality is relatively poor in this river.

Winter Habitat

Juveniles Atlantic salmon winter habitat in Petite Cascapédia and Bonaventure rivers

- *During the winter, juveniles are active at night but are buried in the substrate during daytime. In the summer of 2000, we observed that parr from the Petite-Cascapédia and those from upstream sites of the Bonaventure were active at night (winter type behaviour). However, fry were more active during daytime in the two rivers.*
- *Juvenile migration patterns in summer and fall in the two rivers were studied in relation to winter habitat availability. Fry were more mobile than parr. Fry from Bonaventure River moved farther than those from Petite-Cascapédia. No significant difference in parr movement was observed in the two rivers.*

River gravel interstitial space geometry and winter habitat characterisation

- *We developed a new digital method to produce numerical field models with a 1 mm² resolution on a 40 X 40 cm surface and with a ±2-8 mm precision. These data will permit a detailed study of relations between interstitial sizes, substrate particle sizes and surface complexity. This new method was applied during fall 2000 on the Sainte-Marguerite, Bonaventure and Petite-Cascapédia rivers.*

Comparative study of salmon habitat of Petite-Cascapédia and Bonaventure rivers

- *The carrying capacity for salmon in the Petite-Cascapédia is lower than that in the Bonaventure. We aim to test the hypothesis that reproduction and/or winter habitat are limited in the Petite-Cascapédia River, as compared to the neighbouring Bonaventure River. The quantity of large substrate (blocks) could be a limiting factor on the main reach of Petite-Cascapédia, either as winter refuge or summer feeding habitat for juvenile salmon.*

Sediment transport impacts of controlled flooding of des Escoumin River on a riffle/pool sequence

- *Riffle-pool sequences are key macro-forms for reproduction and feeding in salmon. We tested the hypothesis that at low flow, river bed flow rate is lower in riffles than in pools. As flow increases, bed flow becomes faster in riffles than in pools. We observed the phenomenon locally but it could not explain reach sedimentology.*

Impacts du transport sédimentaire lié à des relâchés d'eau d'un barrage de la rivière des Escoumins sur une séquence seuil-mouille située en aval

- Les successions seuils-mouilles sont des macro-formes d'importances centrales pour l'habitat de reproduction et d'alimentation des salmonidés. Nous avons testé l'hypothèse voulant qu'à faible débit, la vitesse au lit est plus faible dans la mouille que sur le seuil, alors qu'avec l'augmentation du débit, les vitesses au lit augmentent plus rapidement dans la mouille que sur le seuil. Il est possible de constater localement ce phénomène. L'observation des cartes granulométriques nous laisse cependant supposer que cette hypothèse n'explique pas complètement la sédimentologie du tronçon étudié.

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

L'objectif général de ce nouveau projet est d'analyser les impacts des pratiques forestières sur la conservation du saumon dans l'hydrosystème de la rivière Cascapédia. Les objectifs spécifiques visent à analyser en fonction de l'intensité des pratiques forestières: **1)** les réponses hydrologiques du bassin versant et la qualité de l'eau; **2)** les variations spatiales dans la qualité de l'habitat physique (d'été et d'hiver), notamment l'accumulation des sédiments fins; **3)** l'abondance et la qualité de la nourriture (insectes benthiques) disponible pour les salmonidés; **4)** les réponses biologiques des salmonidés; et **5)** à intégrer les variables biotiques et abiotiques dans un système d'information géoréférencé (SIG) afin de modéliser la sensibilité de l'habitat des salmonidés aux différents pourcentages de coupes (AEC) et de pratiques de voirie forestière. Ce projet prendra son véritable envol à l'été 2001. Cependant des travaux préliminaires ont été effectués en 2000-2001.

Chercheurs principaux: Michel Lapointe, Normand Bergeron, Marco Rodriguez.

Chercheurs associés: Pierre Bérubé (FAPAQ), André P. Plamondon (Biologie Forestière, U. Laval).

IMPACT OF FOREST CUTTING ON SALMON CONSERVATION IN THE DRAINAGE BASIN OF GRANDE CASCAPÉDIA RIVER

The main goal of this project is to analyze the impacts of forestry practices on salmon resources in the Cascapédia River. Specific objectives aim to analyze, in relation to the intensity of forestry practices: 1) water quality and drainage basin hydrological responses; 2) spatial variation of physical (winter and summer) habitat quality, especially fine sediment accumulation; 3) food abundance and quality available for juvenile salmon (benthic insects); 4) biological response of salmonids; and 5) to integrate biological and abiotic variables into a georeferenced information system (GIS) in order to model the sensitivity of salmon river habitat to different forestry practices. This project will start in summer 2001, however preliminary work was done in 2000-2001.

Principal investigators: Michel Lapointe, Normand Bergeron, Marco Rodriguez.

Associate searchers: Pierre Bérubé (FAPAQ), André P. Plamondon (Biologie Forestière, U. Laval).

Chercheurs associés / Associate scientists: Pierre Bérubé (FAPAQ); André P. Plamondon (U. Laval); Yves Secretan (INRS-eau); André Roy (U. Mtl).

Étudiants de 2^e cycles / M. Sc. students: Philippe Girard (U. Mtl); Véronique Dubos (INRS-eau); Daniel Rioux (INRS-eau); Patricia Johnston (INRS-géoresource); Marc-André Pouliot (INRS-géoresource); Moïse Coulombe-Pontbriand (U. McGill); Christian Langlois (UQAR).

Étudiants de 3^e cycles / Ph. D. students: Frédéric Burton (U. Mtl); Èva Enders (U. Mtl); Jean-Christophe Guay (U. Mtl); Patrice Carbonneau (INRS-géoresource); Mylène Levasseur (INRS-géoresource); Christian Latulippe (U. McGill); Julie Deschêne (UQTR); ZhongYan Weng (U. Mtl).

Étudiants de 1^e cycle / Undergraduate students: Sandra Heppell (U. Laval).

Professionnels de recherche / Research professionals: Francis Bérubé (INRS-géoresource).

Assistants de recherche / Research assistants: Marion L'Espérance (U. Mtl); Émilie Pelletier (U. Mtl); Marie-Josée Gagnon (Cégep La Pocatière); Marc Lafond (INRS-géoresource); Colin Lafleur (FAPAQ); Mélanie Lauzier (FAPAQ); Sandra Maigler (U. McGill); Leah Wilson (U. McGill); André Zimmerman (U. McGill); François Lapointe (U. McGill); Patrick Chatelle (U. Sherbrooke); Claudia Cossette (UQTR); Véronique Bérard (UQTR); Kim Robertson (Société Cascapédia); Thomas Buffin-Bélanger (U. Mtl).

L'ÉCOLOGIE ALIMENTAIRE DU SAUMON

Faits saillants des résultats

Récupération « nourriture-dépendante » de ruisseaux à saumons Atlantiques après une crue catastrophique

- L'impact d'une crue importante et la récupération des communautés d'un ruisseau dans des conditions nutritionnelles très différentes ont été étudiés dans deux ruisseaux secondaires de la rivière Sainte-Marguerite. Pendant la phase de récupération post-crue, les sections fertilisées ont récupéré plus rapidement que celles qui ne l'étaient pas. Nos résultats suggèrent que les systèmes fertilisés sont plus résistants aux perturbations majeures. La fertilisation représente donc un outil viable pour la restauration de systèmes nutritionnellement appauvris. ♦

2 THÈME 2

EFFICACITÉ DES MÉTHODES DE REPEUPLEMENT

Chercheurs principaux : Louis Bernatchez, Julian Dodson.

Plusieurs de nos rivières dépendent de la production artificielle de jeunes saumons pour supporter une activité de pêche rentable. Nous avons peu d'information précise quant à l'efficacité (rapport coût/bénéfice) des différentes mesures de repeuplements. Nous en connaissons encore moins quant aux impacts écologiques et génétiques sur la progéniture produite naturellement. L'objectif central de ce thème est d'apporter des éléments de réponse permettant d'optimiser l'efficacité des diverses mesures de repeuplement tout en minimisant les risques sur l'intégrité écologique et génétique des populations naturelles. L'objectif pratique du projet est de fournir aux intervenants privés et gouvernementaux concernés, une évaluation quantitative des conséquences génétiques et du rendement en termes de survie, de croissance et de succès reproducteur, des procédures d'ensemencement couramment utilisées pour le saumon Atlantique dans l'Est du Canada. Ces connaissances aideront les décideurs à orienter leurs pratiques de gestion, dans l'optique d'optimiser les retombées économiques des activités d'ensemencements et de conservation et ce, dans le respect de l'intégrité génétique des populations sauvages de saumon dans un contexte de développement durable.

SALMON NUTRITIONAL ECOLOGY

Key findings

Nutrient-Dependent Recovery of Atlantic Salmon Streams from a Catastrophic Flood

- *The impact of a major flood and recovery of stream communities under contrasting nutrient conditions were studied in two second-order streams of the Sainte-Marguerite River. In the post-flood recovery phase, nutrient-enriched sections recovered significantly more rapidly than the non-enriched sections. Our results suggest that enriched systems are more resilient to massive disturbances and so nutrient enrichment may represent a viable tool for restoring nutrient-limited systems. ♦*

2 THEME 2

ASSESSING POPULATION ENHANCEMENT METHODOLOGY

Principal investigators: Louis Bernatchez, Julian Dodson.

Many rivers depend on various forms of stocking programs to maintain population abundance and the sport fishery. We have little information concerning the efficiency (cost/benefit ratios) of the different methodologies used. We know even less about the genetic and ecological impacts of such measures on the natural stock. The main goal of this project is to optimise the efficiency of these different stocking programs while minimising the risks to the ecological and genetic integrity of naturally-produced populations. The practical objective of this project is to provide managers a quantitative evaluation of the genetic consequences and of the yield, in terms of survival, growth rate and reproductive success, of the current stocking methodologies presently employed for Atlantic salmon in eastern Canada. We aim to provide the information necessary to optimise the economic benefits of stocking and conservation programs in respect of the genetic integrity of wild salmon populations.

The five main specific objectives of the project are:

- 1)** *to test the hypothesis that fish stocked at the smolt stage will have lower post smolt survival rates than those of stocked fry and of wild offspring;*
- 2)** *to verify the hypothesis that survival rates of salmon stocked at the fry stage will be lower than that of wild fry;*
- 3)** *to verify the hypothesis that female smolts issued from sexually precocious fathers have better sea survival and growth rate compared to smolts issued from anadromous fathers;*
- 4)** *to test the hypothesis that reproductive success of stocked spawners is lower than that of wild fish;*
- 5)** *to develop an analytical approach that will permit to predict the long-term effects of stocking on*

Les cinq principaux objectifs spécifiques du projet :

1) Tester l'hypothèse voulant que les poissons ensemencés au stade saumonnet au stade post-saumonnet inférieur à celui des alevins ensemencés et de la progéniture sauvage; 2) vérifier l'hypothèse voulant que le taux de survie des saumons ensemencés au stade alevin soit inférieur à celui des jeunes alevins sauvages; 3) vérifier l'hypothèse voulant que les saumonnetes femelles ayant des pères sexuellement précoces ont un taux de survie en mer et une croissance accrue comparativement aux saumonnetes produits à partir de pères anadromes; 4) réaliser une caractérisation génétique individuelle pour tester l'hypothèse voulant que le succès reproducteur de géniteurs d'ensemencement soit moindre que celui des poissons sauvages; 5) développer une approche analytique permettant de prédire l'effet à long terme des ensemencements sur l'évolution de la consanguinité des populations sauvages selon divers scénarios d'ensemencement et de conditions démographiques.

Ce projet a vraiment pris son envol en mai 2001. Ce projet se déroulera sur deux rivières : la rivière Malbaie dans la région de Charlevoix et la rivière À Mars dans la région de Chicoutimi.

Deux sous-thèmes ont été développés et ce sont :

- A. Évaluation de l'efficacité des méthodes de repeuplement
- B. Évaluation des impacts écologiques et génétique

Faits saillants des résultats

Choix de partenaire sexuel chez le saumon de l'Atlantique

- Nous avons vérifié l'hypothèse selon laquelle les gènes du CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité), impliqués dans le système immunitaire du saumon Atlantique, influencent les choix de partenaire sexuel en milieu naturel. Les résultats démontrent que les partenaires reproducteurs se choisissent dans le but d'accroître l'hétérozygotie au locus CMH de leurs descendants (probablement pour leur procurer une meilleure défense contre les parasites et les pathogènes). Ce résultat est très important pour la production artificielle de saumonnetes. ♦

the evolution of inbreeding of wild populations, relative to different stocking strategies and demographic structures.

This project will start in May of 2001. This project will be conducted on two rivers: the Malbaie River in Charlevoix and À Mars River in the Saguenay.

Two sub-themes are identified

- A. Determining the efficiency of stocking methodologies*
- B. Evaluating ecological and genetic impacts*

Key findings

Mate choice in Atlantic salmon

- *We provide the evidence that MHC genes (Major histocompatibility complex), involved in the immune system of Atlantic salmon, influence mate choice under natural conditions. The results demonstrate that spawners choose their mate to increase the heterozygosity of their offspring at the MHC locus (presumably in order to provide them with better defence against parasites and pathogens). This result is very important for artificial production of smolt and thus for assessing population enhancement methodology. ♦*

Étudiants de 2^e cycle / M. Sc. students: Erik Auclair (U. Laval); Pascal Baute (U. Laval).

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

Assistants de recherche / Research assistants: Karine Huot (U. Laval).

3 THEME 3 DETERMINISM OF STOCK ABUNDANCE

Principal investigators: Julian Dodson, Louis Bernatchez, Asit Mazumder, Joseph Rasmussen.

Successful stock management depends on an understanding of natural factors that influence stock abundance. The knowledge of such factors can be incorporated into models that predict future population fluctuations. 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.

3 THÈME 3

DÉTERMINISME DE L'ABONDANCE DES STOCKS

Chercheurs principaux : Julian Dodson, Louis Bernatchez, Asit Mazumder, Joseph Rasmussen.

La base de la gestion des stocks de saumon repose sur la compréhension des facteurs naturels pouvant en influencer l'abondance. Lorsque ces facteurs sont connus, ils peuvent être incorporés dans des modèles qui pourront prédire les fluctuations d'abondance à venir. 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. Enfin, une des causes majeures soupçonnée d'influencer de façon déterminante l'abondance des stocks de saumon est reliée aux conditions environnementales rencontrées en milieu marin. L'objectif général de ce thème est de quantifier les paramètres d'importance quant au déterminisme de l'abondance des stocks. Quatre sous-thèmes ont été développés. Ce sont :

- A. Caractéristiques de base des stocks de saumon québécois
- B. Influence des patrons de reproduction sur le succès reproducteur
- C. Patron de migration en mer
- D. Interactions compétitives avec d'autres espèces

CARACTÉRISTIQUES DE BASE DES STOCKS DE SAUMON QUÉBÉCOIS

L'approche générale consiste à travailler de concert avec les biologistes de la FAPAQ afin de décrire les caractéristiques démographiques et génétiques des stocks de saumon québécois. Il s'agit d'une part de compiler les informations disponibles quant à l'abondance, la croissance et la structure démographique et d'autre part, d'analyser le profil génétique des stocks et de mettre cette information en relation avec leurs caractéristiques biologiques. De plus, nous continuons de documenter la structure démographique de tous les stades de vie du saumon dans la rivière Sainte-Marguerite afin de construire une base de données à long terme en concert avec les autres rivières témoins du Québec.

Finally, marine environmental conditions are a major determinant of salmon stock abundance. Thus CIRSA intends to develop a research program that aims to quantify several factors of importance in determining salmon stock abundance. Four objectives are identified.

- A. Basic characteristics of Québec salmon stocks
- B. Influence of reproductive strategies on reproductive success
- C. Marine migration patterns
- D. Competitive interactions with others species

BASIC CHARACTERISTICS OF QUÉBEC SALMON STOCKS

The general approach is to work in collaboration with FAPAQ biologists to describe the demographic and genetic characteristics of Québec salmon stocks. Available information on abundance, growth and demographic structure are compiled. In addition, genetic profiles of stocks are analysed and related to their biological characteristics. We continue to document the abundance of all life stages of salmon in the Sainte-Marguerite River to establish a long term data base in concert with the other Québec reference rivers.

Key findings

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

Comparative studies of the two branches of the Sainte-Marguerite River and the population of the Trinité River

- In 2000, 45 120 smolt migrated from the northeast branch and 44 085 for the river's main branch, for a total estimation of 99 205 outmigrating smolt for the entire Sainte-Marguerite River.
- Smolt sea survival rate, calculated for the first time for the Northeast branch, was 1.31%.
- Bigger smolt survive better at sea. Male smolt size and age does not influence the length of time spent at sea. However, male smolt showing the fastest growth rates during the first year at sea return as grilse.
- Analyses of 1981, 1982 and 1991, 1992 cohorts of the Trinité River also confirmed that larger smolt survive better at sea. In addition, size-selective mortality has increased since 1990. The difference between mean size at smoltification, backcalculated from the adults, and the mean measured sizes of smolt is significantly higher for the 1991-1992 cohort compared with the 1981-1982 cohort.

Faits saillants des résultats

Suivi démographique à long terme des populations de saumon de la rivière Sainte-Marguerite

Étude comparative des deux branches de la rivière Sainte-Marguerite entre elles et avec population de la rivière Trinité

- Les estimés de dévalaisons 2000 des saumonceaux sont respectivement de 45 120 et 44 085 pour les branches Nord-Est et Principale, pour un estimé total de 99 205.
- Les taux de survie en mer, calculés pour la première fois pour la branche Nord-Est, étaient de 1,31 %.
- Les résultats de l'analyse de données de la Sainte-Marguerite indiquent que : un saumonceau de grande taille augmente ses chances de survie en mer. L'âge et la taille des saumonceaux mâles n'influencent pas le temps passé en mer. Le nombre d'année passée en mer est influencé par le sexe et le taux de croissance de la première année en mer. Être un mâle et avoir une bonne croissance en mer = revenir comme madeleineau.
- L'analyse des cohortes 1981, 1982 et 1991, 1992 de la rivière Trinité (Côte-Nord) confirme les résultats de la rivière Sainte-Marguerite. Les plus grands saumonceaux reviennent en plus grande proportion par rapport aux plus petits. De plus, cette mortalité sélective s'est accentuée depuis 1990. L'écart entre les moyennes des tailles à la smoltification rétrocalculées des adultes et les moyennes des tailles mesurées des saumonceaux est significativement supérieur pour les cohortes 1991-1992 que pour celles de 1981-1982.

Différenciation génétique des stocks de saumons Atlantique

- Nous avons étudié les effets de la sélection naturelle (forces sélectives) sur la distribution du polymorphisme d'un gène du CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité, impliqués dans le système immunitaire du saumon Atlantique) à l'intérieur et entre les populations de saumon Atlantique. De façon inattendue, les forces évolutives neutres (dérive et flux génique) ont joué un rôle très important dans la différenciation de deux formes différentes de saumons (anadrome du Saguenay et ouananiche du lac St-Jean) au locus CMH alors que les forces sélectives ont été prédominantes dans la différenciation des sous-populations échantillonnées sur les sites de fraie à l'intérieur d'une même rivière, la Sainte-Marguerite.

Genetic differentiation of Atlantic salmon stocks

- We studied the effects of natural selection on the distribution of a CMH gene's polymorphism (Major histocompatibility complex, involved in the immune system of Atlantic salmon) within and between Atlantic salmon populations. Neutral evolutionary forces (genetic drift and gene flow) have played an important role in the differentiation of two different forms of salmon (anadromous salmon of Saguenay and ouananiche from Lac Saint-Jean) at CMH locus, whereas selective forces (natural selection) predominate in differentiation of subpopulations sampled in different spawning sites within the Sainte-Marguerite River.

INFLUENCE OF REPRODUCTIVE STRATEGIES ON REPRODUCTIVE SUCCESS

This project aims to elucidate the ecological and genetic factors determining male precocious maturity and the consequences of this strategy of reproduction on their reproductive success.

Key findings

Determinants of male salmon precocious maturity and consequences for the return of adult salmon

- Size attained at the beginning of the second growth season is greater for the age 1+ males who will be sexually mature the following fall than for those who will not develop gonads. All variables influencing size under natural conditions will thus influence the proportion of precocious males observed in a given system.
- The critical size needed to attain sexual maturity varied among sites for a given year. This result supports the hypothesis of the existence of a variable ecophysiological set point which determines the life tactic of an individual.

Determinants of individual reproductive success and of alternative reproductive strategies in Atlantic salmon

- Estimation of individual reproductive success was done by analysing samples of 0+, 1+, 2+ offspring issued from a group of spawners. A high degree of variance in individual reproductive success of both males and females and a high mean number of mates for both sexes was revealed. This tendency was stable among cohorts.
- We recorded growth and survival of fry fathered by precocious and anadromous males during their first days of life to determine the importance of parental

INFLUENCE DES PATRONS DE REPRODUCTION SUR LE SUCCÈS REPRODUCTEUR

Ce sous-thème porte sur l'élucidation des facteurs écologiques et génétiques qui déterminent l'importance de la précocité sexuelle chez les saumons mâles et sur les conséquences de ce mode de reproduction sur le succès reproducteur.

Faits saillants des résultats

Détermination des facteurs affectant la précocité sexuelle chez les saumons mâles et les conséquences de ce phénomène sur le retour des grands saumons

- La taille atteinte au début de la deuxième saison de croissance est plus élevée chez les mâles d'âge 1+ qui deviendront sexuellement matures l'automne suivant que celle des mâles qui ne développeront pas de gonades. Ce résultat implique que toutes les variables qui influencent la taille atteinte en milieu naturel influencent la proportion de mâles précoces observés dans un système donné.
- La taille qui doit être atteinte pour permettre le déclenchement de la maturité sexuelle est variable entre les sites étudiés pour une année donnée. Ce résultat appuie l'hypothèse de la présence d'un seuil écophysiological variable déterminant la tactique de vie développée par un individu.

Déterminisme du succès reproducteur individuel et du développement de la précocité sexuelle comme stratégie alternative de reproduction chez le saumon de l'Atlantique

- L'estimation du succès reproducteur individuel a été faite, en milieu naturel, par analyse d'un sous-échantillon de la progéniture d'âges 0+, 1+, 2+ issue d'un groupe de géniteurs. Les résultats ont révélé qu'il y a une très forte variance du succès reproducteur individuel autant pour les mâles que pour les femelles, que le nombre moyen de partenaires est élevé pour les deux sexes et que la tendance est stable entre les cohortes.
- La croissance et la survie d'alevins issus de mâles précoces et anadromes ont été mesurées dans les premiers jours de vie pour déterminer l'importance de ces génotypes parentaux par rapport aux facteurs exogènes. Il y a des différences significatives dans la croissance de la progéniture issue des différents mâles précoces utilisés pour les croisements. De telles différences ont également été observées entre la progéniture de certains anadromes et celle de certains précoces. Les taux de

genotypes relative to exogenous factors. There were significant differences in growth performance of offspring among precocious males and between precocious and anadromous males used in mating experiments. The greatest growth rate was observed among offspring of some precocious males.

MARINE MIGRATION PATTERNS

Marine environmental conditions are a major determinant of salmon stock abundance, yet we know little about migration patterns at sea. The general approach of this project is to quantify some stable isotope concentrations in the tissues of salmon returning from the sea to reproduce. Isotope content is a direct reflection of the environment in which salmon have been feeding. CIRSA's primary studies suggest that a non-negligible proportion of Sainte-Marguerite River's salmon could migrate as far as the Irish Sea. We are extending this study to a greater number of Québec and Atlantic coast salmon rivers.

COMPETITIVE INTERACTIONS WITH OTHERS SPECIES

Anadromy in brook charr and its relation to the partitioning of ecosystem productivity with Atlantic salmon: implications for management

Brook charr is present in most salmon rivers and the nature of their interactions is not well understood. This species exists in anadromous or resident form. Although the anadromous form of brook charr is itself an important sport fish in salmon rivers, we know little about the factors that control the abundance or demographic structure of this important species. Studies of the determinism of anadromy in brook charr will allow a better prediction of their abundance and thus a better understanding of how management of Atlantic salmon can influence sea trout productivity.

Key findings

Size comparison between migrants and residents before outmigration

- *Resident brook charr have the same size and growth as migrants before their migration (at the end of their first year of life). Individuals which migrate at 2 years of age are smaller at 1 year of age and maintain this disadvantage the following year. Thus size plays a role in determining when brook charr decide to migrate.*

croissance les plus élevés ont été observés parmi la progéniture de certains mâles précoces.

PATRON DE MIGRATION EN MER

Si les conditions environnementales rencontrées en milieu marin semblent influencer de façon déterminante l'abondance des stocks de saumon, les patrons de migration en mer du saumon sont jusqu'ici peu documentés. L'approche générale de ce projet consiste à quantifier la teneur en certains isotopes stables dans les tissus de saumon revenant de la mer pour la reproduction. La teneur de ces isotopes se veut un reflet direct du milieu dans lequel les saumons se sont alimentés. Des études préliminaires réalisées au CIRSA suggèrent qu'une proportion non-négligeable de saumon de la rivière Sainte-Marguerite pourrait migrer jusque dans la mer d'Irlande. Nous voulons étendre cette étude à un plus grand nombre de rivières du Québec et de la côte Atlantique.

INTERACTIONS COMPÉTITIVES AVEC D'AUTRES ESPÈCES

L'anadromie chez l'omble de fontaine; influence du partage de la productivité de l'écosystème avec le saumon Atlantique : implications pour la gestion

L'omble de fontaine est présente dans plusieurs rivières à saumon et la nature des interactions entre cette espèce et le saumon est encore très peu comprise. L'espèce existe en forme résidante et anadrome. En fait, bien que l'omble de fontaine anadrome représente elle-même une ressource importante pour la pêche sportive dans les rivières à saumon, nous en connaissons encore très peu sur la biologie de base de cette espèce, sur les facteurs qui en régissent l'abondance et sur sa structure de population. L'étude du déterminisme de l'anadromie chez l'omble permettra de mieux prédire l'abondance de cette ressource et donc de comprendre comment l'aménagement du saumon Atlantique peut influencer la productivité de la truite de mer.

Faits saillants des résultats

Comparaison de la taille avant la migration entre migrants et résidents

- Aucune différence de taille ni de croissance n'a été trouvée entre les ombles résidentes et les migrantes avant leur migration (à la fin de leur première année de vie). Par contre, les individus qui migrent à 2 ans étaient beaucoup plus petits que les autres à 1 an et conservent ce désavantage l'année suivante. La taille semble

Energetic basis of anadromy in brook charr

- *Migrant trout had greater consumption rates and lower growth efficiencies (ratio of growth versus consumption) than resident charr during the year preceding migration. Metabolic costs are thus greater among migrants limiting the energy available for growth.*
- *Migrant charr appear to occupy areas of elevated currents prior to migration. This suggests spatial segregation of anadromous and resident charr in fresh water during the year preceding outmigration. Thus, metabolic costs seem related to habitat selection and life history strategies, with low growth efficiency leading to outmigration to exploit the more productive marine environment.*

Migration of anadromous charr

- *Anadromous charr outmigrate at age 1 or 2. There are more males in the group that migrate at age 1 (F:M=1:1.9) and more females in the group that migrate at age 2 (F:M=1:0.62).*
- *Fish spending their first year in saltwater tend to overwinter in the Saguenay Fjord while older juveniles tend to overwinter in the Sainte-Marguerite River and move downstream again in late April.*
- *Mature charr enter the River Sainte-Marguerite from July to September (according to their size) and reproduce in mid-October. Post-spawners overwinter in the river or in the Saguenay Fjord.*

Life-history patterns and fitness of resident and anadromous charr

- *From the time of downstream migration, anadromous charr grow at an accelerated rate. At the beginning of their fourth summer of life, migrants have reached about twice the size of residents. Charr migrating at age 1 keep a significant size advantage over charr migrating at age 2.*
- *During the first year in saltwater, anadromous charr mortality may reach 89.7% (of which 9.2% is from angling).*

Study of competition between charr and salmon for foodwebs resources

- *Different feeding patterns of salmon and trout occurred in streams where they coexist compared to sections where they occur independently. Following the introduction of salmon, charr diet shifted from aquatic insects to terrestrial stages of insects. Among the three study streams, the abundance of outmigrating charr is negatively correlated with the density of salmon within the stream.*

donc jouer un rôle, mais n'explique pas à elle seule pourquoi certains individus choisissent de rester plutôt que de partir.

Les bases énergétiques de l'anadromie chez l'omble de fontaine

- Les truites migrantes ont en moyenne des taux de consommation plus élevés et des efficacités de croissance (le ratio de la croissance à la consommation) plus faibles que les truites résidentes au courant de l'année précédente la migration. Les coûts métaboliques sont donc plus élevés chez les migrants, limitant ainsi l'énergie allouée à la croissance.
- Les ombles migrants semblent séjourner dans des zones de courant fort avant la migration. Ces résultats suggèrent donc une ségrégation spatiale entre migrants et résidents dans un même cours d'eau au courant de l'année précédente la migration. Les coûts métaboliques semblent reliés à la sélection de l'habitat et aux stratégies d'histoire de vie: une efficacité de croissance faible conduit à la migration pour exploiter l'environnement marin plus productif.

Migrations des ombles anadromes

- Les ombles anadromes quittent la rivière à l'âge de 1 ou 2 ans. Il y a plus d'ombles mâles dans le groupe qui migre à 1 an (F:M=1:1,9) et plus d'ombles femelles dans le groupe qui migre à 2 ans (F:M=1:0,62).
- Les poissons qui passent leur première année en eau salée ont tendance à passer l'hiver dans le fjord, tandis que les juvéniles plus âgés ont tendance à passer l'hiver dans la rivière Sainte-Marguerite et à dévaler à nouveau à la fin du mois d'avril.
- Les ombles matures remontent la rivière Sainte-Marguerite de juillet à septembre (dépendamment de leur taille) et se reproduisent à la mi-octobre. Après la reproduction, les géniteurs passent l'hiver en rivière ou retournent dans le Saguenay.

Cycle de vie et «fitness» des formes résidentes et anadromes

- Les ombles anadromes qui quittent la rivière présentent une croissance accélérée, atteignant le double de la taille des résidents du même âge au début de leur quatrième été de vie. Les individus qui ont migré à 1 an conservent une taille supérieure à ceux ayant dévalé à 2 ans.
- Durant la première année en eau salée, la mortalité des ombles anadromes pourrait atteindre 89,7% (dont 9,2% causée par la pêche sportive).

Anadromous and resident charr's reproduction

- *Mating experiments between anadromous and resident forms demonstrated that they successfully reproduce together.* ♠

Chercheurs associés / Associate scientists: Mark Meekan (Australian Institute of marine sciences); Dan Ryan (Agriculture and Agri-Food Canada).

Étudiants de 2^e cycle / M. Sc. students: Christian Landry (U. Laval).

Étudiants de 3^e cycle / Ph. D. students: Nadia Aubin-Horth (U. Laval); Sophie Lenormand (U. Laval); Geneviève Morinville (U. McGill); Véronique Thériault (U. Laval); Dany Garant (U. Laval).

Étudiants de 1^e cycle / Undergraduate students: Sandra Bernier (U. Laval).

Chercheur postdoctoral / Postdoctoral fellow: Dr. Nandita Mookerji (U. Mtl).

Assistants de recherche / Research assistants: Isabelle Frenette (U. Laval); Karyne Plante (U. Laval); Sandra Bernier (U. Laval); Catherine Couturier-Desrosiers (U. de Sherbrooke); Patrick Isabelle (Cégep St-Félicien); Annie Ménard (U. Laval); Simon Bilodeau Gauthier (U. Laval); Jean-Guillaume Marquis (U. Laval); Steve Gaouette (Parc Marin du Saguenay); Kristin Lunn (U. McGill); Lucas Rasmussen (U. McGill); Rob Annan (U. Mtl); Martin Forest (U. Mtl); Hélène Bélanger (U. Mtl); Étienne Saint-Michel (U. Laval).

Études de la compétition des ombles et des saumons pour les ressources alimentaires

- Les patrons d'alimentation des truites et des saumons sont différents entre les sections d'un ruisseau où les deux espèces coexistent et celles où elles évoluent de façon indépendante. Après l'introduction des saumons, dans un environnement clos, la diète des ombles de fontaine passe d'insectes aquatiques aux stades terrestres d'insectes. Pour les 3 ruisseaux étudiés, l'abondance de truite migrantes est reliée de façon négative avec la densité de saumons présents dans le ruisseau.

Reproduction des formes anadromes et résidentes

- Des croisements effectués en pisciculture entre les formes anadromes et résidentes ont démontré que les deux formes se reproduisent entre elles avec succès. ♠

COMMUNICATIONS ET PUBLICATIONS COMMUNICATIONS AND PUBLICATIONS

Articles avec comité de lecture / Refereed journal publications

BOISCLAIR, D. 2001. Fish habitat modeling: from conceptual framework to functional tools. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 58:1-9.

CARBONNEAU, P. E., S. N. LANE and N. E. BERGERON. 2001. Cost effective non-metric close range digital photogrammetry and its application to the study of coarse gravel river beds. *International Journal of Remote Sensing* (sous- presse / in press).

DUCHESNE, P. and L. BERNATCHEZ. 2001. (soumis / submitted à *Conservation Genetics*) Investigating the dynamics of inbreeding in multi-generation supportive breeding using a recurrence equations system generator.

GARANT, D., J. J. DODSON and L. BERNATCHEZ. 2001. A genetic evaluation of mating system and reproductive success determinants in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *The Journal of Heredity*. 92 (2): 137-145.

GARANT, D., P.-M. FONTAINE, S. P. GOOD, J. J. DODSON and L. BERNATCHEZ. 2001. (Soumis / Submitted à *Journal of Animal Ecology*). Influence of male parental identity on growth and survival of offspring in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

GUAY, J. C., D. BOISCLAIR, D. RIOUX, M. LECLERC, M. LAPOINTE et P. LEGENDRE. 2000. Development and validation of numerical habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57: 2065-2075.

GOOD, S. P., J. J. DODSON, M. MEEKAN, M. G. and D. A. RYAN. 2001. Annual variation in size-selective mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 58: 1187-1195.

LANDRY, C. and L. BERNATCHEZ. 2001. (soumis / submitted à *Molecular Ecology*). Comparative analysis of population structure across environments and geographic scales at Major Histocompatibility Complex and microsatellite in Atlantic salmon (*Salmo salar*).

LANDRY, C., D. GARANT, P. DUCHESNE and L. BERNATCHEZ. 2001. "Good genes as heterozygosity": MHC and mate choice in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Proceedings of Royal Society of London B*. 268: 1279-1285.

LANGLOIS, C. and M. A. RODRÍGUEZ. 2001. (soumis / submitted au *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*). Autumnal habitat use and an experimental test of density-dependent selectivity for substratum by stream-resident brook charr and Atlantic salmon.

LAPOINTE, M., B. EATON, S. DRISCOLL and C. LATULIPPE. 2000. Modelling the probability of salmonid egg pocket scour due to floods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57: 1120-1130.

LATULIPPE, C., M. LAPOINTE and T. Talbot. 2001. Visual characterization technique for gravel-cobble river bed surface sediments; validation and environmental applications. *Earth Surface Processes and Landforms*. Volume 26 (3): 307-318.

MOOKERJI, N., A. MAZUMDER and Z. WENG. 2001. (soumis / submitted à *Journal of Fish Biology*) Coexistence of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) through food partitioning in the Sainte-Marguerite River ecosystem, Quebec.

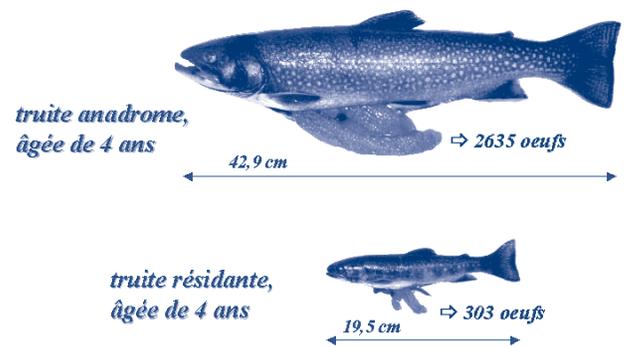
RODRÍGUEZ, M. A. 2001. Restricted movement in stream fish: the paradigm is incomplete, not lost. *Ecology* (sous / in press).

TALBOT, T. and M. LAPOINTE. 2001. The multiple responses of a gravel bed river to large-scale meander rectification: the case of the Sainte-marguerite River, Saguenay region Quebec. *Water Resources Research* (sous presse / in press).

TALBOT, T. and M. LAPOINTE. 2001. Numerical modelling of a gravel bed river response to large-scale meander rectification: the coupling between the evolutions of bed pavement and long profile. *Water Resources Research* (sous presse / in press).

TESSIER, N. and L. BERNATCHEZ. 2000. A genetic assessment of single versus double origin of landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) from Lake Saint-Jean, Québec, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57: 797-804.

WENG, Z., N. MOOKERJI and A. MAZUMDER. 2001. Nutrient-Dependent Recovery of Atlantic Salmon Streams from a Catastrophic Flood. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (sous presse / in press).



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

DODSON, J. J. 2000. La culture de la truite arc-en-ciel dans la baie des Chaleurs: les risques écologiques et génétiques. Chronique «Les secrets de Salmo», revue Saumons illimités. 23 (2).

GARANT, D. 2000. Les mystères de la reproduction du saumon Atlantique: une histoire de promiscuité! Chronique «Les secrets de Salmo», revue Saumons illimités. 23 (3).

LAPOINTE, M. et T. TALBOT. 2001. Un exemple de la réaction dynamique d'une rivière à saumon aux perturbations anthropiques. Chronique «Les secrets de Salmo», revue Saumons illimités. 24 (1).

LEVASSEUR, M., F. BÉRUBÉ et N.E. BERGERON. 2000. Étude de la qualité du substrat pour la reproduction du saumon de l'Atlantique de la rivière Betsiamites, Rapport remis à la Société de Restauration du Saumon de la Rivière Betsiamites, 33 p.

Thèses / Theses

LANDRY, C. 2000. Étude des facteurs influençant le polymorphisme d'un gène du Complexe Majeur d'Histocompatibilité chez le saumon Atlantique, *Salmo salar*. Département de biologie, Université Laval. Mémoire de Maîtrise. (Direction L. Bernatchez).

LANGLOIS, C. 2000. Utilisation automnale de l'habitat et expériences en enclos testant l'effet des densités sur la sélectivité du substrat chez l'omble de fontaine et le saumon Atlantique résidant en ruisseau. UQAR. Mémoire de Maîtrise. (Direction M. A. Rodriguez).

RIOUX, D. 2000. Modélisation des microhabitats piscicoles - La paramétrisation du modèle hydrodynamique et les problèmes de caractérisation des vitesses. Mémoire de maîtrise Institut national de recherche scientifique, eau. Mémoire de Maîtrise. (Direction M. Leclerc).

THÉRIAULT, V. 2001. Anadromie et résidense chez l'omble de fontaine (*Salvelinus Fontinalis*): présence d'une stratégie conditionnelle basée sur la croissance? Département de biologie, Université Laval. Mémoire de Maîtrise. (Direction J. J. Dodson). ◆

CONFÉRENCES, POSTERS

CONFERENCE PRESENTATIONS, POSTERS

Les membres du CIRSA ont présenté 32 conférences ou posters (pour la liste détaillée, consulter notre site web: www.bio.ulaval.ca/CIRSA) dans le cadre de plusieurs congrès nationaux et internationaux dont entre autres:

CIRSA members have presented 32 conferences or posters (see our web site for detailed list) in several national and international meetings including:

- International Congress on the Biology of Fish, American Fisheries Society (Aberdeen, Scotland, UK, Juillet 2000);
- Congrès annuel de l'Association canadienne-française pour l'Avancement des Sciences (Montréal, Mai 2000);
- Symposium des sciences de la terre de l'Université de Leeds, GB, Décembre 2000;
- Congrès de l'Association des Géographes Américains (New-York, Mars 2001);
- Conférence Canadienne de Recherche sur les Pêches (Toronto, Ontario, Janvier 2001);
- Society for Study of Evolution meeting (Bloomington, IA, USA, Juin 2000);
- Conference on Global Trade in water (Université du Québec à Montreal, Avril 2001).

RÉUNION SCIENTIFIQUE DU CIRSA SCIENTIFIC MEETING OF CIRSA

Le CIRSA a tenu les 13 et 14 février 2001 à l'Université Laval, Québec, sa quatrième réunion scientifique annuelle. Environ 80 personnes ont assisté à ces deux journées, marquées par la présentation de 22 communications orales. 20 communications furent présentées par les membres du CIRSA (voir notre site web: www.bio.ulaval.ca/CIRSA).

The fourth annual scientific meeting of CIRSA was held between the 13th and 14th of February 2001 at Laval University, Quebec City. 80 persons attended the two-day meeting, where 22 oral presentations were exposed. 20 presentations were presented by members of CIRSA (see our web site).

ADMINISTRATEURS CIRSA INC.

ADMINISTRATORS CIRSA INC.

M. Gilles L. Duhaime
Président CIRSA inc.

M. Jean-Paul Nadreau
Vice-président CIRSA inc.
VRR, Université Laval

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

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

M. Richard Poulin
Trésorier CIRSA inc.

M. Julian J. Dodson
Directeur scientifique CIRSA

M. Louis Aubry
Vice-président FAPAQ

M. Bernard Beaudin
Président Fondation de la Faune du Québec

M. Rémy Bujold
Vice-président GPC Montréal

M. Christian Cholette
Directeur UQAC

M. Joseph Hubert
Vice-doyen Université de Montréal

M. Donald Kramer
Directeur Université McGill

M. Yvon Côté
Président FQSA

M. Pierre Tremblay
O.C.

M. Jacques R. Gagnon

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



photo : Julian Dodson

COMMENT NOUS JOINDRE

HOW TO REACH US

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

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

adresse électronique / e-mail

cirsa@cirsa.ulaval.ca

site internet / web site

www.bio.ulaval.ca/CIRSA

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

(15 mai-15 septembre)

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

(May 15-September 15)

(418) 236-9411 (téléphone / telephone)

(418) 236-9412 (télécopieur / fax)

CIRSA inc.

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