

**11^{ème} colloque
annuel**



**CENTRE INTERUNIVERSITAIRE
DE RECHERCHE SUR LE
SAUMON ATLANTIQUE**

**Progrès récents dans les travaux de recherche
du CIRSA**


1-2 mai 2008

**Salles 2417-2422
INRS-Eau, Terre et Environnement**



La réalisation et la poursuite des objectifs de recherche du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) est dépendante de l'effort soutenu de ses membres et de ses partenaires. La recherche effectuée au sein du CIRSA au cours de ses douze années d'existence n'aurait pu être réalisée sans l'appui de ses partenaires. Tous les membres du CIRSA tiennent à remercier :

Alcan inc., 

Aquasalmo R&D Inc., 

Association des pêcheurs sportifs de la Bonaventure,

Association des pêcheurs sportifs des rivières Cascapédia,

Association de la rivière Sainte-Marguerite inc., 

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, 


Corporation de gestion de la rivière des Escoumins,


Corporation de pêche Sainte-Marguerite.


Corporation Saumon Rivière Malbaie, 


Développement économique Canada (Québec),  Développement économique Canada pour les régions du Québec 

Fédération québécoise pour le saumon atlantique, 

Fédération du saumon atlantique, 

Fédération des gestionnaires de rivières à saumon du Québec, 

Fédération québécoise de la faune, 

Fondation de la faune du Québec, 


Fondation pour le saumon du Grand Gaspé

Fonds des priorités gouvernementales en sciences et en technologies-Environnement (FPGST-E),


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

GazMétro, 


Genivar,  GENIVAR

GEOIDE (Réseau canadien de centres d'excellence), 

Hydro-Québec, 

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, 

Parc Marin du Saguenay_Saint-Laurent, 

Québec Pêche, 

Société Cascapédia inc., 

Société de gestion des rivières de Gaspé, Rivières York, Dartmouth, Saint-Jean,

Société pour la restauration de la rivière Betsiamites,

station piscicole de Baldwin Mills,

station piscicole de Tadoussac,

pour leur contribution et l'appui soutenu à la recherche interuniversitaire sur le saumon atlantique.

Note : Pour toutes questions concernant le CIRSA, communiquer avec :

Françoise Colombani
CIRSA
Dépt. de biologie, pavillon Vachon
1045, Avenue de la Médecine
Québec, Qc. G1V 0A6

Tél. (418) 656 2681
Fax (418) 656-2339
courrier électronique: francoise.colombani@bio.ulaval.ca
ou: cirsa@cirsa.ulaval.ca

Site internet CIRSA : <http://www.bio.ulaval.ca/cirsa>

Horaire des présentations orales

Salles 2417-2422, INRS-Eau, Terre et Environnement

Jeudi 1^{er} mai 2008

9h30-9h40	Mot de bienvenue
9h40- 10h00	Infection et adaptation génétique du saumon atlantique en milieu naturel Mélanie Dionne , K. Miller, J.J. Dodson, F. Caron, L. Bernatchez..... <i>Page 6</i>
10h00 – 10h20	Effets de l'hybridation entre des saumons domestiques et des sauvages sur l'expression des gènes Éric Normandeau , J. Hutchings, D. Fraser, L. Bernatchez..... <i>Page 7</i>
10h20-10h40	Les étapes du cycle de vie du saumon atlantique modulent et recyclent le transcriptome Nadia Aubin-Horth , B. Letcher, H. Hofmann..... <i>Page 8</i>
10h40- 11h10	<i>Pause-café, salle 2414</i>
11h10-11h30	Génomique fonctionnelle de la cathepsine L et d'IGF-I, et mesure physiologique de la vitellogénine, dans le foie d'ombles de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) anadromes, résidents et hybrides Mathieu Caron , A. Bastien, C. Audet, L. Bernatchez..... <i>Page 9</i>
11h30-11h50	Interactions gènes-environnement sur le phénomène d'hétérosis chez l'omble de fontaine Amélie Crespel , C. Audet, L. Bernatchez, D. Garant..... <i>Page 10</i>
11h50	<i>Lunch</i>
14h00- 14h20	Processus d'invasion de la truite arc-en-ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) au Québec Isabel Thibault , R. Hedger, L. Bernatchez, C. Audet, J. J. Dodson..... <i>Page 11</i>
14h20-14h40	L'influence des liens sédimentaires sur la distribution des juvéniles et des frayères de saumon atlantique dans quatre rivières gaspésiennes Muriel Kim , M. F. Lapointe..... <i>Page 12</i>
14h40-15h	Variations inter-annuelles des interactions entre les juvéniles du saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) et les liens sédimentaires M.-E. Bédard, Daniel Boisclair <i>Page 13</i>
15h-15h30	<i>Pause-café, salle 2414</i>
15h30-15h50	Suivi en continu des mouvements longitudinaux de salmonidés juvéniles Jean-Nicolas Bujold , N. E. Bergeron..... <i>Page 14</i>
15h50-16h10	Utilisation d'un système d'antennes pour un suivi en continu des déplacements de saumons atlantique juvéniles (<i>Salmo salar</i>) dans un cours d'eau naturel Patricia Johnston , J.-N. Bujold, F. Bérubé, N. E. Bergeron..... <i>Page 15</i>

Fin des présentations de la première journée
Réception (5 à 7) : Aire de repos, 3^e étage (INRS)

Salles 2417-2422, INRS-Eau, Terre et Environnement

Vendredi 2 mai 2008

9h30- 9h50	Distribution spatiale et temporelle des populations de saumons atlantique issus de la pêche sur la côte ouest du Groenland. Marika Gauthier-Ouellet , M. Dionne, F. Caron, T. King, L. Bernatchez..... <i>Page 16</i>
9h50- 10h10	Modèles de dispersion pour l'omble de fontaine dans des habitats fragmentés en rivière Marc Pépino , M. A. Rodríguez, P. Magnan..... <i>Page 17</i>
10h10-10h30	Salmonid Reproductive Success: Do hyporheic flows mitigate the negative effects of increased fine sediment concentrations in spawning microhabitats? Jan Franssen , C. Blais, Y. Paradis, F. Bérubé, N. E. Bergeron, M. F. Lapointe, P. Magnan..... <i>Page 18</i>
10h30-11h	<i>Pause-café, salle 2414</i>
11h00-11h20	Modélisation géostatistique de la température de l'eau Nicolas Guillemette , A. St-Hilaire, N. E. Bergeron, T. Ouarda..... <i>Page 19</i>
11h20-11h40	Modélisation de la température par une approche non paramétrique André St-Hilaire , T. Ouarda, Z. Bargaoui..... <i>Page 20</i>
11h40-12h00	Modélisation de la date de départ du cycle annuel de température de l'eau : comparaison d'une approche paramétrique et d'un réseau de neurones Anik Daigle , A. St-Hilaire, V. Ouellet, J. Corriveau..... <i>Page 21</i>
12h00	<i>Mot de clôture</i>

Infection et adaptation génétique du saumon atlantique en milieu naturel

*Mélanie Dionne¹, Kristina Miller², Julian J. Dodson¹, François Caron³, Louis Bernatchez¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
2. Pacific Biological Station, DFO, Nanaimo, B-C
3. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Québec, QC

Depuis les dernières années, l'occurrence et la prévalence des infections affectant la faune aquatique augmentent et deviennent de plus en plus préoccupantes. Malgré l'importance biologique, économique et sociale du saumon atlantique, peu est connu sur l'occurrence et les types d'infection rencontrés en milieu naturel chez cette espèce. L'objectif du projet était d'évaluer le niveau d'infection bactérienne chez les saumons juvéniles de 6 rivières du Québec à différentes périodes temporelles durant l'été et de vérifier le lien avec la diversité au gène d'immunocompétence, le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) classe II, impliqué dans la résistance aux parasites. Les niveaux d'infection et la diversité génétique ont été évalués chez environ 30 tacons par rivière pour chacune des périodes d'échantillonnage en juin, juillet et août. Des infections parasitaires ont été identifiées chez 10% des juvéniles analysés. La majorité des saumons infectés provenaient des rivières de la Gaspésie au mois de juin, période durant laquelle 35 à 63% des juvéniles présentaient une infection selon la rivière. Les myxozoaires, responsables de la maladie proliférative du rein, ont été retrouvés chez 75% des juvéniles infectés. La relation entre les niveaux d'infection observés et la diversité génétique au gène d'immunocompétence sera discutée, de même que les implications de ces résultats pour la conservation du saumon atlantique.

* melanie.dionne@giroq.ulaval.ca
julian.dodson@bio.ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Effets de l'hybridation entre des saumons domestiques et des sauvages sur l'expression des gènes

* Éric Normandeau¹, Jeff Hutchings², Dylan Fraser², Louis Bernatchez¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
2. Department of biology, Dalhousie University, Halifax, NS

Les effectifs des populations de saumon atlantique ont chuté dramatiquement au cours des 30 dernières années. Bon nombre de populations américaines et canadiennes ont à toutes fins pratiques disparues. Par ailleurs, le nombre important de saumons atlantiques domestiques échappés annuellement par l'industrie aquicole risque d'engendrer des conséquences additionnelles sur les populations sauvages. En Amérique du Nord, peu d'études ont porté sur les impacts génétiques de l'hybridation entre les saumons domestiques et sauvages. L'hybridation risque d'entraîner, chez des populations qui sont déjà menacées d'extinction, un fardeau génétique plus important, de même qu'une capacité réduite à s'adapter aux changements environnementaux. Nous nous intéressons tout particulièrement au fait que des populations génétiquement distinctes risquent de subir des conséquences différentes suite à l'incorporation de matériel génétique domestique, ceci à cause de leurs architectures génétiques propres. Le niveau de transcription des gènes joue un rôle important dans la réponse à la sélection et dans l'évolution. Nous avons donc mis à profit la technologie des biopuces à ADN afin de caractériser les impacts sur les profils de transcription des gènes engendrés par l'introgession de matériel génétique de saumons domestiques dans des populations sauvages. Nous avons étudié les descendants rétrocroisés (hybrides de seconde génération) issus du croisement entre des individus domestiques et des individus sauvages provenant des rivières Stuwiacke et Tusket (Nouvelle-Écosse). Nous avons caractérisé les changements dans le niveau de transcription des gènes observés chez ces individus rétrocroisés et avons mis en évidence des différences notables dans la réponse à l'introgession entre les deux populations étudiées. Ces résultats indiquent donc que l'impact génétique des échappés de saumons d'élevage peut varier d'un stock sauvage à l'autre.

Impacts of wild-farmed salmon hybridization on gene expression

Atlantic salmon populations experienced a severe collapse during the last 30 years. Numerous American and Canadian populations have practically disappeared. The high numbers of farmed Atlantic salmon escaping each year from the aquaculture industry could lead to additional consequences for the wild populations. In North America, few studies have attempted to understand the genetic consequences of reproduction between farmed and wild salmon in rivers sustaining wild populations. Still, there is a high potential for a transfer of genetic material between farmed and wild fish. This could potentially lead to an increased genetic load and a reduced capacity to adapt to environmental changes. Here, we are especially interested in assessing whether different populations would experience distinct consequences following hybridization with farmed individuals. Gene expression regulation plays an important role in response to selection and evolution. We used the microarray technology to explore the transcriptional consequences of introgressive hybridization between farmed and two wild Atlantic salmon populations, which originate from the Stuwiacke and Tusket rivers, Nova-Scotia. More specifically, we compared the patterns of gene expression between pure stocks with introgressed individuals from a first back-cross generation. We observed different responses to introgression in the two wild populations. These results thus indicate that the genetic impact of farmed escapees will vary from one wild stock to another.

* eric.normandeau.1@ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Les étapes du cycle de vie du saumon atlantique modulent et recyclent le transcriptome

* Nadia Aubin-Horth^{1, 2}, Benjamin Letcher³, Hans Hofmann^{2, 4}

1. Université de Montréal, Montréal, QC
2. Harvard University, Boston, USA
3. University of Massachusetts Amherst, Conte Anadromous Fish Research Center, USGS, USA
4. University of Texas at Austin, USA

Il existe une grande diversité des cycles de vie à l'intérieur des espèces. Comprendre quels gènes sont à la base de cette diversité et comment un même ensemble de gènes est exprimé différemment pour créer cette variation est devenu un intérêt majeur de la génomique écologique. Nous avons étudié comment les différentes étapes du cycle de vie chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) sont reliées à des changements à grande échelle de l'expression des gènes dans le cerveau. À l'automne à 1 an, un mâle peut (ou non) maturer sexuellement de façon hâtive sans avoir quitté l'eau douce. Au printemps, les individus de 2 ans peuvent migrer vers l'eau salée ou rester une autre année en eau douce. En utilisant une bio-puce et des individus récoltés en milieu naturel, nous avons identifié quels sont les gènes dont l'expression différencie un individu « mature » à l'automne et un individu « migrateur » au printemps. Nous avons trouvé que 20% des gènes étaient recrutés à la fois lors du développement du phénotype de mâle mature et le phénotype migrateur. La plupart de ces gènes étaient significativement plus exprimés dans le cerveau des mâles matures et des individus résidents. Nous proposons que le transcriptome est recyclé pour construire un mâle mature et un individu migrant, et que la fonction de ces gènes recyclés est dépendant de l'expression des autres gènes exprimés spécifiquement à chaque étape du cycle de vie.

* n.aubin-horth@umontreal.ca

Génomique fonctionnelle de la cathepsine L et d'IGF-I, et mesure physiologique de la vitellogénine, dans le foie d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) anadromes, résidents et hybrides

*Mathieu Caron¹, Andréane Bastien¹, Céline Audet¹, Louis Bernatchez²

1. ISMER, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC
2. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC

Plusieurs processus physiologiques étroitement liés à la reproduction, tels que la croissance corporelle et la vitellogenèse, varient vraisemblablement en fonction des stratégies reproductrices (anadromie ou résidence en eau douce). Nous avons comparé les profils d'expression des gènes de la cathepsine L, une enzyme protéolytique lysosomale impliquée dans la dégradation du vitellus, et du facteur de croissance insulinaire I (IGF-I) dans le foie d'ombles de fontaine anadromes, résidents ou hybrides, afin de vérifier si l'expression des gènes ciblés varie entre les groupes parentaux (résident, anadrome ou hybride), entre les familles au sein de chaque groupe et entre les sexes. Nous avons également mesuré la concentration de vitellogénine dans le foie des femelles de chacun des groupes parentaux, échantillonnées au début de l'été, soit avant le transfert en eau de mer, et à la fin de l'été. Avant le transfert en eau de mer, l'expression d'IGF-I était plus élevée chez les anadromes que chez les résidents et les hybrides résident/anadrome, alors que les hybrides anadrome/résident présentaient une valeur intermédiaire. L'expression de la cathepsine L était plus élevée chez les hybrides anadrome/résident que chez les hybrides résident/anadrome. Les valeurs d'expression des anadromes et résidents étaient intermédiaires, et similaires à celles des deux hybrides. Les différences entre les deux types d'hybrides, autant pour IGF-I que pour la cathepsine L, indiquent que le type de croisement effectué influence les profils d'expression. Il n'y avait pas de différence d'expression entre les groupes à la fin de l'été, autant pour IGF-I que pour la cathepsine L. Plusieurs différences interfamiliales d'expression étaient visibles, et ce pour chaque gène et chaque temps d'échantillonnage.

Functional genomics of cathepsin L and IGF-I and physiological measurement of vitellogenin in the liver of anadromous, resident, and hybrid brook charr

Many physiological processes linked to reproduction, such as somatic growth and vitellogenesis, may vary with life-history strategies (anadromy vs freshwater residence). We compared the expression profiles of the cathepsin L, a lysosomal proteolytic enzyme involved in yolk processing, and insulin-like growth factor I (IGF-I) genes in the liver of anadromous, resident, or hybrid brook charr, to determine if they differ among parental groups, among families within each group and between males and females. We also measured vitellogenin levels in the liver of females from each parental group, sampled during the first weeks of summer, before seawater transfer, and in late summer. Before seawater transfer, IGF-I expression was higher in anadromous charr than in freshwater residents and resident/anadromous hybrids. Anadromous/resident hybrids showed intermediate expression values. Cathepsin L expression values were higher in anadromous/resident than in resident/anadromous hybrids. Expression values of the anadromous and freshwater resident charr were intermediate and similar to those of both hybrids. The differences between both hybrids, either for IGF-I and cathepsin L, indicate that cross type influence expression profiles. In late summer, there were neither expression differences between the groups for IGF-I, nor for cathepsin L. Several familial expression differences were seen within the groups, for both genes and during both sampling steps.

* Mathieu.Caron@uqar.qc.ca
celine_audet@uqar.qc.ca
andreane_bastien@uqar.qc.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Interactions gènes-environnement sur le phénomène d'hétérosis chez l'omble de fontaine

*Amélie Crespel¹, Céline Audet¹, Louis Bernatchez², Dany Garant³

1. ISMER, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC
2. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
3. Département de biologie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC

L'hétérosis correspond à la supériorité des capacités d'un hybride face à celles des lignées parentales et permet d'améliorer les performances de la nouvelle génération. Pour le moment, la présence d'hétérosis chez les salmonidés ne fait pas l'unanimité et peu d'études ont cherché à comprendre les interactions gènes-environnement sur l'expression de ce phénomène. Dans ce projet, des familles de souche pure provenant de trois souches (Rupert, Laval, domestique) d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et des familles hybrides issues des différentes combinaisons ont été élevées simultanément à trois sites différents pendant 15 mois. Les objectifs de l'étude étaient de vérifier la présence d'hétérosis chez cette espèce et d'évaluer comment les performances (croissance, absence de maturité sexuelle précoce) des croisements purs et hybrides variaient en fonction des sites et des stades de développement. Les résultats confirment l'existence d'un effet hétérosis sans que celui-ci ne soit présent chez tous les types d'hybrides.

Genes-environment interactions on heterosis in brook charr

*Heterosis can be defined as a superior performance in hybrids when compared to parental lines. This phenomenon can improve new generation capacities on traits of interest. At the moment, it is still not clear if heterosis is present in salmonid fishes and only a few studies have aimed to understand the genes-environmental effects on the expression of this phenomenon. In this project, families issued from pure crosses between three strains (Rupert, Laval, domestic) of brook charr (*Salvelinus fontinalis*) as well as hybrid families from every inter-strains combinations were raised simultaneously on three different sites for 15 months. The objectives were to determine if heterosis was expressed or not in brook charr, and to determine how performance (growth, absence of early sexual maturation) of pure strains and hybrids varied among sites and among stages of development. The results corroborate the presence of heterosis even though not present for all hybrid types.*

* Amelie.Crespel@uqar.qc.ca
celine_audet@uqar.qc.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Processus d'invasion de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) au Québec

*Isabel Thibault¹, Richard Hedger¹, Louis Bernatchez¹, Céline Audet², Julian J. Dodson¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
2. ISMER, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) est un salmonidé originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord. Introduite pour la première fois au Québec en 1893-94, elle a fait l'objet de plusieursensemencements massifs et répétés à partir des années 60', plus particulièrement dans les régions de Montréal, des Cantons de l'Est et du lac Memphrémagog. Même si son élevage et son ensemencement sont restreints aux régions situées en amont du fleuve Saint-Laurent, de nombreuses captures ont été rapportées depuis les années 70' dans les rivières à saumon de la Gaspésie, du Bas-St-Laurent, de Charlevoix et de la Côte-Nord. Des analyses de réassignation populationnelle ont permis de démontrer que les populations naturalisées des lacs Ontario et Memphrémagog contribuent fortement au processus d'invasion de la truite arc-en-ciel dans l'est de la province. De même, les populations plus récemment établies des rivières Malbaie et Du Gouffre (Charlevoix) participent également à l'établissement de l'espèce dans les rivières à saumon plus en aval. D'autre part, plusieurs variables climatiques, physiques et géomorphologiques ont été modélisées afin de déterminer celles qui favorisent le plus l'établissement de la truite arc-en-ciel dans les différentes rivières de l'est du Québec. La température, la pente initiale, le nombre de tributaires disponibles et le moment des crues printanières pourraient s'avérer être des facteurs importants.

*Invasion process of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Quebec*

*Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is a salmonid native to the North American west coast. It was first introduced in Quebec in 1893-94, and was massively and frequently stocked since the 1960s, especially in the area of Montreal, the Cantons de l'Est and Lake Memphremagog. Although the culture and stocking of the species is restricted to the regions located in the upper St. Lawrence River, many captures have been recorded since 1970s in the salmon rivers of Gaspesia, Bas-St-Laurent, Charlevoix and Côte-Nord. Population assignment analyses demonstrated that naturalized populations of Lake Ontario and Lake Memphremagog have contributed significantly to the invasion process in eastern Quebec. Populations that were more recently established in Malbaie and Du Gouffre Rivers (Charlevoix) have also contributed to the species establishment in downstream salmon rivers. In addition, we modelled climatic, physical and geomorphological variables to determine what characteristics promote, or retard, the establishment of rainbow trout in the salmon rivers of eastern Québec. The temperature, the initial slope, the number of tributaries available and the timing of the spring floods could be important factors.*

* isabel.thibault.2@ulaval.ca
richard.hedger@bio.ulaval.ca
celine_audet@uqar.qc.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca
julian.dodson@bio.ulaval.ca

L'influence des liens sédimentaires sur la distribution des juvéniles et des frayères de saumon atlantique dans quatre rivières gaspésiennes

*Muriel Kim, Michel F. Lapointe

Département de Géographie, Université McGill, Montréal, QC

La variation longitudinale de la grosseur de substrat le long des rivières peut être représentée par une série de *liens sédimentaires*, où chaque lien est initié par une source de sédiments grossiers (une *zone source*), suivi par une *zone d'affinement* du substrat. Les liens sédimentaires ont été utilisés pour expliquer la distribution de la faune de macroinvertébrés et des saumons atlantiques le long de quelques rivières. Dans ce projet, nous identifions la relation entre les liens sédimentaires et la distribution des juvéniles et des frayères de saumon atlantique dans quatre rivières gaspésiennes : le Dartmouth et le York, situés sur la côté est de la péninsule, et la Petite Cascapédia et le Bonaventure, situés sur la côté sud.

Afin d'identifier les liens sédimentaires des quatre rivières, des analyses topographiques ont été complétées par des estimations visuelles de la grosseur médiane du substrat, effectuées le long des rivières. Les caractéristiques du paysage qui entoure le chenal furent aussi notées sur le terrain et puis utilisées pour diviser les rivières en liens sédimentaires. De plus, des données mises à notre disposition par la FAPAQ ont été utilisées afin de comparer les liens sédimentaires à leurs relevés de la distribution des juvéniles et des frayères de saumon atlantique.

Nous avons trouvé qu'en addition des zones sources et des zones d'affinement, les liens sédimentaires des rivières gaspésiennes possèdent un troisième type de zone, nommée *zone intermédiaire*. Ces zones sont caractérisées par des vallées de largeur intermédiaire et des apports ponctuels mais discontinus répétés de sédiments grossiers, ce qui peut rendre l'affinement du sédiment moins évident, ou même empêcher complètement cet affinement. Des analyses avec les données biologiques ont démontré que les zones intermédiaires possèdent généralement des densités de frayères supérieures à celles des autres zones des liens sédimentaires. Les zones d'affinement possèdent aussi dans certains secteurs de hautes densités de frayères (quoique ces densités soient généralement inférieures à celles observées dans les zones intermédiaires). Il existe en général une densité faible de frayères dans les zones sources. De plus, on dénote dans les stations de pêche à l'électricité situées dans les zones sources, les zones intermédiaires et les sections amont des zones d'affinement (là où sont situés les sédiments plus grossiers) une hausse relative de l'abondance des juvéniles plus âgés (lorsque l'on compare les densités relatives d'alevins aux densités relatives de tacons dans les mêmes secteurs).

* muriel.kim@mail.mcgill.ca
michel.lapointe@mcgill.ca

Variations inter-annuelles des interactions entre les juvéniles du saumon atlantique (*Salmo salar*) et les liens sédimentaires

*Marie-Ève Bédard, Daniel Boisclair

Département de sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal, QC

Les liens sédimentaires sont des segments de rivières dans lesquels la taille du substrat passe de grossière à fine selon un processus d'affinement vers l'aval. Des hypothèses suggèrent que les liens sédimentaires façonnent les attributs physiques et biologiques des rivières issues de processus glaciaires. Bien que quelques études supportent le rôle des liens sédimentaires pour des composantes biologiques comme les sites de fraie et la diversité des groupes taxonomiques d'invertébrés, leur effet sur la distribution du périphyton et de poissons n'a pas encore été documenté. De plus, les études qui ont analysé les effets des liens sédimentaires sur les invertébrés ont utilisé des données récoltées pendant une seule année. La stabilité temporelle du rôle potentiel des liens sédimentaires n'a donc pas été testée. L'objectif de notre étude était d'évaluer la relation entre la biomasse de périphyton, la densité de juvéniles du saumon atlantique et la structure d'une série de liens sédimentaires durant 2003, 2004 et 2005. La biomasse du périphyton a été estimée à l'aide d'une méthode tactile. La densité de tacons a été estimée par observation visuelle sub-aquatique. La biomasse du périphyton n'a pas été affectée par les liens sédimentaires. Cependant, les liens sédimentaires ont joué un rôle dans la distribution des juvéniles du saumon atlantique mais seulement dans certains liens sédimentaires et la présence ou l'absence de ce rôle a été stable entre les années.

Interannual variations of interactions between juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sedimentary links

Sedimentary links are river segments in which substrate size shifts from coarse substrate to fine substrate via the process of downstream fining. Sedimentary links have been hypothesized to structure physical and biological attributes of rivers that have been subjected to the effects of glacial processes. Although few studies support the role of sedimentary links on biological components of rivers such as spawning sites and the diversity of taxonomic groups of invertebrates, their effects on the distribution of periphyton and fish remains to be documented. In addition, studies that have analyzed the effects of sedimentary links on invertebrates used data collected during a single year. The temporal stability of the role potentially played by sedimentary links has not been tested. The purpose of our study was to assess the relationship between the biomass of periphyton, the density of juveniles of Atlantic salmon, and the structure of a series of sedimentary links of the Sainte-Marguerite River during 2003, 2004, and 2005. Periphyton biomass was estimated using a tactile approach. JAS density was estimated by underwater observations. The biomass of periphyton was not affected by sedimentary links. However, sedimentary links played a role in the distribution of juveniles of Atlantic salmon only in certain sedimentary links and the presence or the absence of this role is stable among years.

me.bedard@umontreal.ca

* daniel.boisclair@umontreal.ca

Suivi en continu des mouvements longitudinaux de salmonidés juvéniles

*Jean-Nicolas Bujold, Normand E. Bergeron

INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC

En raison d'un manque d'outils de suivi appropriés, il existe actuellement des lacunes importantes concernant la compréhension des patrons de mouvements des salmonidés juvéniles et de l'influence des facteurs environnementaux sur leurs mouvements. Dans ce projet, nous utilisons des développements récents de la technologie des transpondeurs passifs afin d'étudier les mouvements du saumon atlantique juvénile (*Salmo salar*) et de l'omble de fontaine juvénile (*Salvelinus fontinalis*) sur un segment de 2.5 km du ruisseau Xavier, un tributaire de la rivière Ste-Marguerite. 200 poissons (168 saumons et 32 ombles) ont été marqués à l'aide de transpondeurs passifs (PIT-tag) et suivis en continu, du mois d'août à novembre 2007, à partir d'un réseau d'antennes fixes et d'une antenne mobile. De plus, la température et le débit ont été mesurés afin de déterminer l'influence de ces facteurs sur les mouvements observés. Différents patrons de mouvements ont été observés lors de cette étude qui totalise environ 700 000 détections et 260 km en distance de mouvements détectés.

* jean-nicolas.bujold@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Utilisation d'un système d'antennes pour un suivi en continu des déplacements de saumons atlantique juvéniles (*Salmo salar*) dans un cours d'eau naturel

*Patricia Johnston, Jean-Nicolas Bujold, Francis Bérubé, Normand E. Bergeron

INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC

Les méthodes de télémétrie traditionnelles sont largement utilisées pour suivre les déplacements de poissons d'eaux douces et d'eaux salées mais peu de méthodes permettent le suivi en continu à long terme de poissons de petites tailles. Notre équipe a développé un système d'antennes qui permet le suivi de poissons marqués à l'aide de transpondeurs passifs (PIT-tags). Le système d'antennes comprend 256 antennes contrôlées par un ordinateur et alimentées à l'aide de panneaux solaires et de batteries. Ce système a été installé à l'été 2006 sur le ruisseau Xavier, un tributaire de la rivière Sainte-Marguerite Nord-Est (Saguenay, Québec). Les antennes ont été enfouies dans le substrat du ruisseau et géoréférencées, permettant ainsi le suivi en temps réel de saumons atlantique juvéniles marqués. Le système d'antennes couvre une section du ruisseau d'environ 100 m de longueur par 10 m de largeur. En 2007, 60 saumons atlantique juvéniles ont été marqués à l'aide de PIT-tags de 23 mm (half-duplex, Texas Instrument) et relâchés dans la section à l'étude. Le système d'antenne a permis de suivre en continu les positions des saumons marqués de juillet à décembre, ce qui a généré 128 903 détections au cours de cette période. Des suivis de jour et de nuit ont de plus été effectués à l'aide d'une antenne portable afin de localiser les poissons qui n'étaient pas près des antennes ou qui étaient à l'extérieur de la section à l'étude. Les résultats préliminaires révèlent que plusieurs individus avaient un domaine vital restreint alors que plusieurs autres n'avaient pas de territoire spécifique. Les déplacements journaliers étaient clairement synchronisés avec le lever et le coucher du soleil. Les patrons d'activité jour/nuit étaient variables entre les individus, alors que la plupart des saumons marqués étaient plutôt actifs la nuit, plusieurs étaient actifs seulement durant le jour et d'autres étaient actifs de jour et de nuit.

Use of a flat-bed antenna grid for continuous monitoring of wild juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) movements in a natural stream

Traditional telemetry methods (radio or acoustic) are widely used to monitor fish movements in freshwater and saltwater habitats but they do not allow continuous long-term tracking of small fish. In our project, we developed a flat-bed antenna grid, which allowed the tracking of PIT-tagged fish. The flat-bed antenna grid is composed of 256 antennas controlled by a computer and powered with a solar panel and batteries. The system was installed in 2006 on the Xavier brook, a tributary of the Sainte-Marguerite River (Saguenay, Canada). The antennas were buried in the substrate and georeferenced, thereby allowing real-time monitoring of tagged juvenile Atlantic salmon. The antenna grid covers a stream section of approximately 100 m long by 10 m wide. In 2007, 60 Atlantic salmon parr were PIT-tagged using 23 mm tags (half-duplex, Texas Instrument) and released in the study section. The flat-bed antenna grid monitored continuously the position of parr from July to December and provided 128 903 detections over that period. Day and night trackings using a portable antenna were also carried out in order to locate parrs that were not on the antennas of the grid or that were slightly outside the study section. Preliminary results reveal that several parrs had a small home range while many others had no specific territory or home stone. Daily movements were clearly synchronized with sunrise and sunset. Day/night activity pattern varied amongst individuals with most parrs being nocturnal at all times, a few being active only during the day and some others being active both at day and at night.

* patricia.johnston@ete.inrs.ca
jean-nicolas.bujold@ete.inrs.ca
francis.berubé@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Distribution spatiale et temporelle des populations de saumons atlantique issus de la pêche sur la côte ouest du Groenland.

* Marika Gauthier-Ouellet¹, Mélanie Dionne¹, François Caron², Tim King³, Louis Bernatchez¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
2. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, QC
3. USGS-BRD, Leetown Science Center, Aquatic Ecology Branch, West Virginia, USA

La côte ouest du Groenland est un lieu d'alimentation pour les saumons d'Amérique du Nord et d'Europe. Contrairement à la majorité de l'aire de répartition de l'espèce, une pêche de subsistance y est encore permise. Bien que l'analyse de stocks mixtes soit un outil important de la gestion des pêches, il n'a pas été utilisé à cet endroit. L'origine et la distribution spatiale et temporelle des saumons pêchés au Groenland ne sont donc pas connues. Conséquemment, les impacts potentiels de cette pêche sur la démographie et la diversité des populations d'Amérique du Nord ne sont pas connus. Pour répondre à ces questions, 52 populations de saumons d'Amérique du Nord représentant sept groupes régionaux génétiquement distincts ont été échantillonnées et analysées à 13 marqueurs microsatellites. Les individus d'origine inconnue et issus de la pêche de subsistance ont été collectés à 3 localités différentes, couvrant une période de 10 ans. Les résultats montrent que les contributions à la pêche des différents groupes régionaux de saumon varient grandement entre elles et que ces différences sont fortement corrélées à la production de rédibermarins de chaque région. Par ailleurs, les saumons semblent se distribuer d'une façon homogène sur la côte. Nos résultats suggèrent de plus que la pêche au Groenland ne représenterait qu'une cause mineure de mortalité mineure pour les populations de saumon atlantique de l'Amérique du Nord.

A spatio-temporal mixed-stock analysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the west Greenland fishery.

West Greenland coast is an important foraging area for salmon from both North America and Europe. Unlike many regions of the world, Greenland allows a salmon fishery. Genetic stocks identification is a key element of managing fisheries, but this aspect has not been studied great detail at Greenland fishery. Thus, it is unknown which populations are being targeted by the fishery, nor how this may be affecting the demography and genetic diversity of the various populations. This study focuses on those aspects. In order to achieve this, 52 salmon populations representing previously defined genetically distinct regional groups from North America have been sampled and analyzed at 13 microsatellites. Mixed samples from Greenland fishery were collected for 3 localities and they cover a period of 10 years. Results show that there are contribution differences between regions of North America and that those differences strongly correlate to the production of multi-sea winter salmon for each region. Also, salmon from different regions appear to be randomly distributed along the west coast of Greenland. Finally, our results suggest that the Greenland subsistence fishery represent a minor source of mortality for North American salmon populations.

* marika.gauthier-ouellet.1@ulaval.ca
melanie.dionne@giroq.ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Modèles de dispersion pour l'omble de fontaine dans des habitats fragmentés en rivière

*Marc Pépino, Marco A. Rodríguez, Pierre Magnan

Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC.

L'écologie du paysage tente d'expliquer la distribution spatiale et la dynamique des populations dans des habitats de plus en plus affectés par la fragmentation. En rivière, des obstacles d'origine humaine peuvent restreindre les déplacements des poissons et réduire la viabilité des populations. De ce fait, la compréhension des processus se déroulant à des échelles spatiales multiples est cruciale pour orienter les efforts de conservation. Des études récentes ont modélisé la réponse des populations à la fragmentation de l'habitat et le rôle joué par la connectivité du réseau fluvial. Cette étude présente un travail de modélisation, basé sur des dispersions leptokurtiques (distributions de Laplace modifiées), décrivant les déplacements des poissons en présence d'obstacles. Les données utilisées provenaient d'expériences de marquage-recapture visant à examiner les déplacements estivaux de l'omble de fontaine dans deux ruisseaux traversés par une autoroute (Réserve faunique des Laurentides). Les analyses ont montré un comportement de déplacement hétérogène au sein des populations et ont suggéré une majorité d'individus sédentaires caractérisés par des déplacements médians courts (quelques dizaines de mètres) contre une minorité d'individus mobiles (quelques centaines de mètres). Par ailleurs, des résultats préliminaires indiquent que l'approche mise en œuvre permet d'avoir une détection fine de l'effet des obstacles sur les déplacements de l'omble de fontaine. Enfin, l'approche proposée, qui étend les modèles traditionnels de dispersion en incorporant l'effet des barrières, devrait aider à l'évaluation des dynamiques de population dans des paysages fragmentés.

Dispersal models for stream-dwelling brook charr in fragmented habitats

Landscape ecology attempts to explain the spatial distribution and dynamics of populations in habitats that are increasingly threatened by fragmentation. Understanding the characteristic spatial scales of landscape processes is critical to conservation efforts in rivers and streams, where human-made barriers can curtail fish movements and reduce population viability. Recent studies have modelled population responses to habitat fragmentation and the role of connectivity in riverine networks. This study presents a modelling framework, based on leptokurtic dispersal kernels (modified Laplace distributions), that describes fish movements in the presence of obstacles to passage. We fit the models to data from mark-recapture trials examining summer movements of brook charr in two small streams traversed by a highway in the Réserve faunique des Laurentides. The analysis showed population heterogeneity in movement behaviour and suggested the presence of a dominant sedentary component characterized by small median displacements (tens of meters), and a secondary mobile component (hundreds of meters). Preliminary results indicate that the approach allows for sensitive detection of the effect of barriers on brook charr displacements. The proposed approach, which extends traditional dispersal kernels by incorporating structural barriers, should be helpful in assessing population dynamics in fragmented landscapes.

* Marc.Pepino@uqtr.ca
marco.rodriguez@uqtr.ca

Salmonid Reproductive Success: Do hyporheic flows mitigate the negative effects of increased fine sediment concentrations in spawning microhabitats?

Jan Franssen¹, Catherine Blais³, Yves Paradis³, Francis Bérubé², Normand E. Bergeron², Michel F. Lapointe¹, Pierre Magnan³

1. Département de Géographie, Université McGill, Montréal, QC

2. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC

3. Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC

*Landscape disturbances such as timber harvesting and road construction have been shown to dramatically increase the discharge of fine sediments to lotic ecosystems. Numerous studies have demonstrated that an increase in the concentration of fine sediment in salmonid reproductive microhabitats reduces egg-to-emergence survival. Laboratory experiments and field studies also suggest that salmonid species such as brook charr (*Salvelinus fontinalis*) select spawning microhabitats characterized by an increase in the intensity of hyporheic flow. We present the results of a laboratory experiment designed to test the hypothesis that increased pore water velocities in spawning substrates mitigate the negative effects of increased fine sediment concentrations on egg-to-emergence survival. Brook charr embryos were incubated in substrates that were subjected to a range of hydraulic gradients; the substrate mixtures were representative of brook charr spawning microhabitats in the Reserve Fauniques des Laurentides, Quebec. Select substrate mixtures were augmented with fine sediments to simulate an alteration in microhabitat characteristics resulting from an upstream landscape disturbance.*

* jan.franssen@mail.mcgill.ca

francis.berube@ete.inrs.ca

normand.bergeron@ete.inrs.ca

michel.lapointe@mcgill.ca

Pierre.Magnan@uqtr.ca

Geostatistic modeling of water temperature

*Nicolas Guillemette, André St-Hilaire, Normand E. Bergeron, Taha Ouarda

INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC

*In recent years, global climate change is being considered as a potential threat for several fish species. Healthy river conditions through optimal temperatures controls many chemical and biological processes, such as dissolved oxygen concentration and growth of aquatic organisms. In the province of Québec, the Moisie River is home to the most important spawning grounds for Atlantic salmon (*Salmo salar*). Environmental triggers such as water temperature are determinant for the freshwater portion of the life cycle of all salmonids. A multivariate and geostatistical approach was developed to estimate water temperatures at a large basin scale. The methodology relies on the construction of a multivariate space using physiographical characteristics of gauging stations by testing two methods: canonical correlation analysis (CCA) and principal components analysis (PCA). A geostatistical technique called ordinary kriging was then used to interpolate stream temperatures through that physiographical space. During July 1996 and July 1997, data from 12 temperature monitoring stations were used to estimate monthly maximum temperature. In order, to evaluate the performance of both multivariate methods, cross-validation technique was applied and satisfactory results were obtained. Kriging in the CCA physiographical space leads to better results than a simpler interpolation in geographical space because this multivariate approach includes a number of basin features that would otherwise be excluded. It is therefore better adapted to link physiographical information with specific stream temperature. In addition, CCA required less physiographical information than PCA and provided more satisfactory results. Finally, an application is shown using the PCA algorithm to illustrate how to estimate stream temperature at ungauged stations.*

* nicolas.guillemette@ete.inrs.ca
andre.st-hilaire@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Modélisation de la température par une approche non paramétrique

*André St-Hilaire¹, Taha Ouarda¹, Z. Bargaoui²

1. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
2. École Nationale des Ingénieurs de Tunis (ÉNIT), Tunisie

La température de l'eau étant une variable de première importance pour les salmonidés, il convient de développer des approches de modélisation qui puissent être mises en application avec relativement peu de données explicatives. L'approche utilisée dans le présent projet consiste à modéliser les séries journalières de température moyenne de l'eau en rivière avec l'approche des k voisins les plus proches. Cette approche consiste à construire une norme à partir des variables explicatives que sont la température de l'air, le débit et les températures de l'eau des jours précédents. La norme est une somme pondérée des variables explicatives. Cette norme est ensuite calculée pour le jour d'intérêt (jour pour lequel on veut simuler ou prédire la valeur de la température de l'eau). Un vecteur de distances est ensuite calculé. Pour ce faire, la différence entre la norme du jour d'intérêt et toutes les normes des jours antérieurs est calculée. Ces différences constituent une mesure de la « distance » mathématique entre les conditions prévalant durant le jour d'intérêt et les jours préalables. Les k voisins sélectionnés pour faire l'estimation de la température correspondent aux k jours ayant les distances les moins élevées. La température estimée est une moyenne pondérée des k voisins. Cette approche a été utilisée pour modéliser six années de températures journalières de l'eau sur la rivière Moisie. Après optimisation du poids des normes et du poids des voisins, le meilleur modèle utilise une norme incluant uniquement la température de l'air et des termes autorégressifs de la température de l'eau. Ce modèle produit une racine de l'erreur quadratique moyenne de l'ordre de 1,5°C.

* andre.st-hilaire@ete.inrs.ca

Modélisation de la date de départ du cycle annuel de température de l'eau : comparaison d'une approche paramétrique et d'un réseau de neurones

*Anik Daigle¹, André St-Hilaire^{1,2}, Valérie Ouellet¹, Julie Corriveau¹

1. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC

2. Canadian Rivers Institute, University of New Brunswick, Fredericton, NB

Un modèle visant à prédire la date de départ moyenne du cycle annuel en température de rivières nord-américaines, soit la date à laquelle la température de l'eau devient positive, a été réalisé à l'aide de réseaux de neurones artificiels. Cette date est un indicateur important de la période de dégel. De nombreux processus hydrologiques et biologiques sont dépendants de cette date. Par exemple, un dégel hâtif peut encourager une débâcle mécanique et la formation subséquente d'embâcles. Dans les plus petits cours d'eau, ce genre d'événement peut amener des modifications importantes de la morphologie. Dans les cours d'eau à saumon, le dégel hâtif peut causer des mortalités d'œufs et de juvéniles à cause du raclage de la glace sur le fond. Notre de banque de données est composée de séries temporelles de températures de l'eau acquises à 48 stations hydrographiques du Québec et du Nord des États-Unis, de même que des paramètres physiographiques relatifs aux 48 bassins versants correspondants. Des modèles construits à partir de différentes combinaisons de ces paramètres ont été évalués. La performance de chacun de ces modèles donne une indication de l'impact des différents paramètres utilisés sur la date de départ. Notre meilleur modèle, obtenu à partir de quatre paramètres (latitude, longitude, couvert forestier et couverture en lacs), prédit la date de départ moyenne avec une REQM de 5.4 jours, soit sensiblement mieux que des modèles de régression (REQM ~6.4-7 jours).

* anik.daigle@ete.inrs.ca

andre.st-hilaire@ete.inrs.ca

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES