

**12^{ème} colloque
annuel**



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

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

30 avril – 1^{er} mai 2009



**Salle Hydro-Québec
IBIS (*Pavillon C.-E. Marchand*)
1030 Ave de la Médecine
Université Laval**

UQAR



**Université
de Montréal**


McGill

Université du Québec à Trois-Rivières

**Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique
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 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, 

Ministère des transports du Québec 

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

Salle Hydro-Québec, IBIS, Université Laval **Jeudi 30 avril 2009**

- 09h30 - 09h40** Mot de bienvenue
- 09h40 - 10h00** La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) dans l'est du Québec : le secret d'une invasion réussie
Isabel Thibault, R. Hedger, H. Crépeau, C. Audet, L. Bernatchez & J.J. Dodson.....Page 6
- 10h00 - 10h20** *Héritabilité et effets maternels des traits juvéniles chez le saumon atlantique: exploration des conséquences évolutives de la mortalité sélective et du lien entre les traits juvéniles et les tactiques alternatives de reproduction
David Paez, L. Bernatchez & J. J. Dodson.....Page 7
- 10h20 - 10h40** L'adaptation locale et les tactiques de reproduction du saumon atlantique affectent-elles les capacités métaboliques de la descendance?
Orlane Rossignol, J.J. Dodson, C. Marquilly & Helga Guderley.....Page 8
- 10h40 - 11h10** *Pause-café, hall d'entrée IBIS*
- 11h10 - 11h30** Modification de la structure de la communauté de macroinvertébrés benthiques de la rivière Matapédia par la présence de l'espèce exotique envahissante *Didymosphenia geminata*
Carole-Anne Gillis & M. Chalifour.....Page 9
- 11h30 - 11h50** Utilisation de l'analyse fréquentielle afin de caractériser des conditions environnementales adverses durant un événement de mortalité massive dans le fleuve Saint-Laurent en 2001
Valérie Ouellet, A. St-Hilaire, M. Mingelbier & J. Morin.....Page 10
- 11h50 - 12h10** Développement d'une passe migratoire multi-espèces au ruisseau de Feu
Joanie Côté, Philippe Brodeur, M. Mingelbier & N. Bergeron.....Page 11
- 12h10** *Lunch*
- 14h00 - 14h10** Mot d'introduction sur le projet GeoSalar
- 14h10 - 14h30** La migration et profondeur de nage des saumons noirs dans la zone côtière et en mer
R.D.Hedger, D.Hatin, **J.J.Dodson**, F.Martin, D.Fournier, F.Caron, F.G.Whoriskey.....Page 12
- 14h30 - 14h50** L'influence de la structure des liens sédimentaires sur la distribution spatiale des juvéniles et des frayères de saumon atlantique dans des rivières gaspésiennes
Muriel Kim & M. LapointePage 13
- 14h50 - 15h20** *Pause-café, hall d'entrée IBIS*
- 15h20 - 15h40** Comparaison de systèmes d'antennes à transpondeurs passifs (PIT) fixes et portables pour étudier les mouvements et l'utilisation d'habitat par les salmonidés juvéniles
Patricia Johnston, F. Bérubé & N. E. Bergeron.....Page 14
- 15h40 - 16h00** Est-ce que les réserves énergétiques des saumons juvéniles varient dans les habitats localisés le long des tronçons sédimentaires ?
Patricia Johnston & N. E. Bergeron.....Page 15
- 16h00 - 16h20** Analyse multivariée d'indices d'altération hydrologique relatifs aux étiages
Anik Daigle, A. St-Hilaire, J. Diatezua, N. Thiémonge, T. Ouarda & L. Roy.....Page 16

Fin des présentations de la première journée

Réception (5 à 7) à partir de 17 heures le 30 avril
Salle à manger «Le Cercle» (4512)
Pavillon Alphonse-Desjardins

Salles Hydro-Québec, IBIS, Université Laval
Vendredi 1^{er} mai 2008

09h30 - 09h50	Effets de la sélection sur le succès reproducteur chez l'omble de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) Hamza Seghouani , C. Audet & N. Derome.....Page 17
09h50 - 10h10	Accumulation des réserves énergétiques et synthèse de la vitellogénine dans le foie d'ombles de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) anadromes, résidents et hybrides Mathieu Caron , C. Audet & L. Bernatchez.....Page 18
10h10 - 10h30	Déterminismes génétiques et environnementaux de la croissance chez l'omble de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) Amélie Crespel , C. Audet, L. Bernatchez & D. Garant.....Page 19
10h30 - 11h00	<i>Pause-café, hall d'entrée IBIS</i>
11h00 - 11h20	Évaluation de l'impact de l'intensité des ensemencements sur la diversité et structure génétique des populations d'ombles de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) Amandine Marie , L. Bernatchez & D. GarantPage 20
11h20 - 11h40	Abondance de l'omble de fontaine au sein d'un réseau fluvial fragmenté : impacts des travaux autoroutiers Marc Pépino , M. A. Rodríguez & P. Magnan.....Page 21
11h40 - 12h00	The Influence of substrate composition on the survival to emergence success and emergence timing of Brook Charr larvae Jan Franssen , C. Blais, Y. Paradis, N. Bergeron, M. Lapointe & P. Magnan.....Page 22
12h00	<i>Mot de clôture</i>

La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) dans l'est du Québec : le secret d'une invasion réussie

*Isabel Thibault¹, Richard Hedger², Hélène Crépeau³, Céline Audet⁴, Louis Bernatchez¹ & Julian Dodson¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
2. Norwegian Institute for Nature Research – NINA, Norvège
3. Département de mathématiques et statistiques, Université Laval, Québec, QC
4. ISMER, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC

Le succès des invasions biologiques dépend de la capacité des espèces invasives à franchir une série d'étapes : (i) pression de propagules suffisante permettant l'introduction d'une nouvelle espèce, (ii) survie face aux conditions abiotiques du milieu menant à la colonisation de l'habitat, (iii) capacité compétitrice suffisante face à la résistance biotique du milieu permettant l'établissement de l'espèce exotique et (iv) croissance de la population et capacité de diffusion suffisantes pour assurer la dispersion de l'envahisseur dans l'environnement. La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), originaire de la côte ouest de l'Amérique du Nord, a été introduite mondialement avec plus ou moins de succès. Dans le sud du Québec, son introduction remonte à la fin des années 1800. Depuis, elle envahit peu à peu les rivières à saumon de l'est de la province, si bien que l'on retrouve aujourd'hui des populations naturalisées dans au moins quatre rivières (régions de Charlevoix et Matane). Nous avons déterminé que les populations naturalisées suite auxensemencements répétés dans les lacs Ontario et Memphrémagog, situés en amont du Fleuve St-Laurent, sont à l'origine du processus de colonisation observé actuellement dans l'est du Québec. Il semble également que les rivières à saumon de l'est de la province présentent des caractéristiques abiotiques propices à la colonisation par la truite arc-en-ciel, tel qu'un grand nombre de tributaires, des températures printanières et estivales suffisamment chaudes, de même que des précipitations printanières pas trop importantes. Finalement, nous avons observé une présence importante de la forme anadrome (*steelhead*) dans les rivières récemment colonisées, ce qui permet une dispersion rapide des individus tout le long du système St-Laurent.

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

Héritabilité et effets maternels des traits juvéniles chez le saumon atlantique: exploration des conséquences évolutives de la mortalité sélective et du lien entre les traits juvéniles et les tactiques alternatives de reproduction

*David James Páez¹, Louis Bernatchez^{1,2} and Julian J. Dodson¹

1. Québec-Océan et CIRSA, Département de Biologie, Université Laval, Québec, QC
2. Institut de Biologie Intégrative et des Systèmes (IBIS), Université Laval, Québec, QC

À l'émergence, la taille des alevins du saumon atlantique est plus grande aux sites situés en amont qu'à ceux situés en aval de la Rivière Sainte-Marguerite, même si ces différences disparaissent plus tard dans la saison. Une expérience en environnement contrôlé avec des rejetons issus des croisements connus avait pour but de répondre à trois objectifs : 1) déterminer si ces différences sont aussi observées dans un environnement commun, 2) estimer l'héritabilité et les effets maternels pour plusieurs traits à l'éclosion, ainsi qu'à l'émergence pour analyser les conséquences évolutives de la mortalité sélective, et 3) tester l'hypothèse qu'une grande taille à l'émergence augmente la probabilité de maturation précoce. Les résultats obtenus n'indiquent pas de différence entre les sites en amont et en aval. De plus, l'héritabilité de la plupart des traits mesurés n'étaient significative pour aucun stade de développement, suggérant une réponse limitée à la mortalité sélective observée en nature. Par contre, les effets maternels, qui sont surtout transmis via le sac vitellin, influencent fortement l'expression phénotypique de la majorité des traits, incluant la taille. La survie dans les premiers stades de vie de cette espèce semble dépendre du niveau d'investissement maternel dans les œufs. Finalement, aucune relation n'a été trouvée entre la taille à l'émergence et la maturation précoce. Au lieu d'influencer directement le développement sexuel, une grande taille pourrait profiter de bénéfices indirects, comme une capacité plus élevée pour monopoliser des territoires de haute qualité et ainsi permettent la croissance nécessaire pour la maturation précoce.

Heritability and maternal effects of early life juvenile traits in the Atlantic salmon: exploring some consequences of size selective mortality and the link between juvenile traits and alternative sexual tactics

The body length of recently emerged Atlantic salmon fry has been consistently greater in upstream than downstream sites in the Saint-Marguerite River, even if the differences disappear later in the season. A common garden experiment with offspring produced from controlled crosses was conducted with three objectives: 1) to determine if these differences were observed under a common environment, 2) to estimate the heritability and maternal effects of several traits at hatching and emergence to discuss some evolutionary consequences of size-selective mortality, and 3) to test the hypothesis that a large size at emergence increases the probability of precocious maturation. The common garden results indicate no differences between upstream and downstream sites. Furthermore, heritabilities were not significant for most measured traits at either stage, suggesting a limited phenotypic response to size selective mortality. However, maternal effects, which are largely transmitted through the yolk sac, greatly influenced the phenotypic development of size and most other traits. Early-life survival is thus likely to depend heavily on the maternal investment in eggs. Finally, no relationship was found between the size at emergence and precocious maturation. Rather than directly influencing sexual development, large individuals may monopolize high quality nursing territories that allow for the growth necessary for precocious maturation.

* david.paez.1@ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca
julian.dodson@bio.ulaval.ca

L'adaptation locale et les tactiques de reproduction du saumon atlantique affectent-elles les capacités métaboliques de la descendance?

*Orlane Rossignol¹, Julian J. Dodson¹, C. Marquilly¹ & Helga Guderley¹

1. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC

Les organismes sont sélectionnés afin de maximiser leur succès reproducteur, fonction de la tactique de reproduction que l'individu adopte. Le saumon atlantique (*Salmo salar* L.) est une espèce anadrome qui présente une des plus importante variation intra-spécifique de l'âge et taille à maturité parmi tous les vertébrés. Dans une stratégie conditionnelle, la tactique reproductive d'un individu mâle est fonction du statut des autres individus apparentés, mais aussi de sa capacité d'atteindre une valeur seuil physiologique. Bien que ce seuil soit influencé par les conditions locales biotiques et abiotiques, il est aussi sous contrôle génétique. Notre étude examine comment la croissance larvaire, les capacités métaboliques musculaires, les taux métaboliques de routine et les activités de nage chez les alevins de saumons atlantiques varient avec les populations d'origine, l'investissement maternel et la tactique reproductrice paternelle. Notre design expérimental nous permet d'établir que ni la population d'origine ni la tactique reproductive paternelle n'influence les capacités physiologiques des alevins. Par contre, la forte influence maternelle sur les capacités métaboliques des alevins (taux métaboliques et niveaux d'activités) suggère qu'éventuellement le choix de la tactique de reproduction du mâle serait influencé par les effets maternels.

* orlane.rossignol.1@ulaval.ca
julian.dodson@bio.ulaval.ca
Helga.Guderley@bio.ulaval.ca

Modification de la structure de la communauté de macroinvertébrés benthiques de la rivière Matapédia par la présence de l'espèce exotique envahissante *Didymosphenia geminata*

*Carole-Anne Gillis¹ & Mireille Chalifour²

1. Université du Québec à Rimouski, Rimouski, QC
2. Conseil de bassin versant de la rivière Matapédia, Causapscal, QC

En juin 2006, l'algue Didymo (*Didymosphenia geminata*) a été observée pour la première fois dans la rivière Matapédia. Cette espèce envahissante produit un tapis algal épipélique important dans les rivières oligotrophes à débit stable. L'ampleur de la prolifération et le manque de connaissance concernant ces impacts potentiels sur la population salmonicole ont soulevé plusieurs inquiétudes. L'objectif du projet était d'évaluer l'influence de cette diatomée sur les communautés des macroinvertébrés benthiques. Ainsi, à l'automne 2006, trois stations situées en amont des proliférations de Didymo, mais potentiellement favorables à la croissance et la prolifération de l'algue, ont été échantillonnées. En 2007, tel que prévu, ces stations présentaient des colonies actives de Didymo. Une station témoin sur la rivière Causapscal a également été suivie en 2006 et 2007, où aucune prolifération n'a été observée. Les résultats révèlent que Didymo a modifié significativement la distribution des familles de larves d'insectes aquatiques entre 2006 et 2007 pour deux des trois stations benthos de la rivière Matapédia ($p < 0.001$). La proportion d'Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (%EPT) par rapport aux Chironomides a également été inversée suivant l'incursion de Didymo. De plus, la densité de larves prélevée est multipliée par près de quatre fois en présence de Didymo, comparativement à 2006, en son absence.

* gilliscaroleann@hotmail.com
mchalifour@csmm.qc.ca

Temperature duration frequency analysis on the St. Lawrence river – A tool for quantifying adverse conditions during the 2001 massive fish kill

*Valérie Ouellet¹, André St-Hilaire¹, Marc Mingelbier² & Jean Morin³

1. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
2. Société faune et parcs Québec, Énergie et ressources, QC
3. Environnement Canada, Service météorologique du Canada, région du Québec

*In 2001, the most important fish kill of the St. Lawrence River history occurred in summer. More than 25 000 carps (*Cyprinus carpio*) were found dead within a six week period. The exact number of dead fish remains unknown because the carcasses were only collected in inhabited areas. The analyses performed on dead body have shown that the death was ultimately caused by bacterial infections with *Aeromonas hydrophila* and *Flavobacterium sp.* These bacteria are not sufficiently strong themselves to affect healthy fishes; the fishes had to be already affected by other stress factors that lead them to be immunosuppressant. In this case, it seems that the immunosuppression was physically (i.e., spawning) and environmentally (i.e., high temperatures and low water levels) induced.*

The objective of this study was to confirm the likelihood of environmental stress using hydrometeorological information and methods based on the analysis of extremes. The frequency analyses performed shown that water temperature were abnormal for this period of the year, with return period greater than 15 years. Early in May, water temperatures as high as 34⁰C were recorded in some shallow water areas, which is quite sufficient to stress fishes. Low water levels can explain the rapide heating of water, Return periods for water levels exceeded 13 years. Other frequencies analyses performed on air temperature series do not reveal any abnormal pattern in this variable. These results highlight the importance of water temperature for the aquatic ecosystems and the need for the development of modeling approaches such as 2D hydrodynamic models for studying all the characteristics of the ecosystem linked with the water temperature, including thermal refugia.

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

Développement d'une passe migratoire multi-espèces au ruisseau de Feu

*Joanie Côté¹, Philippe Brodeur², Marc Mingelbier², Normand Bergeron¹

1. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
2. Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec, QC

Jusqu'à récemment, les passes migratoires visaient particulièrement à permettre le franchissement d'obstacles par les salmonidés. Cependant, des travaux récents indiquent que ces concepts de passes sont peu efficaces pour des non-salmonidés.

Le présent projet vise à développer et tester un nouveau type de passe migratoire multi-espèces adaptée aux non-salmonidés, afin de faire le lien entre un marais, aménagé par Canards Illimités et le MRNF, et le ruisseau de Feu, dans la région de Lachenaie. Le grand brochet (*Esox lucius*), la perchaude (*Perca flavescens*), la barbotte (*Ameiurus nebulosus*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) ont été choisis pour l'expérimentation menée au ruisseau-de-Feu au cours du printemps 2008.

Les conditions hydrauliques aux seuils sont déterminantes pour le passage des poissons et sont en grande partie influencées par le débit et la forme des seuils. C'est pourquoi deux conditions de débit et trois types de seuils ont été testés simultanément dans trois tronçons expérimentaux. Les formes de seuils testées étaient les seuils en brèche profonde, les seuils en trapèze non-enroché et les seuils en trapèze enroché. La comparaison des taux de passage d'au moins un seuil a montré que le taux de passage était significativement plus élevé lors des essais à débit faible qu'à débit fort. À débit faible, les seuils en trapèzes enrochés se sont avérés plus efficaces pour le grand brochet (100%) et la barbotte brune (90%). Les seuils en brèche profonde ont été les plus efficaces pour l'achigan à petite bouche (93%) et la perchaude (92%).

Une prochaine campagne de terrain sera nécessaire afin d'améliorer les seuils de type trapèze enroché en y ajoutant des déflecteurs de courant, afin d'en augmenter l'efficacité entre autres pour les crapets-soleil et la perchaude.

* joanie.cote@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

La migration et profondeur de nage des saumons noirs dans la zone côtière et en mer

Richard D. Hedger¹, Daniel Hatin², ***Julian J. Dodson**³, François Martin³, Denis Fournier², François Caron² & Fred G. Whoriskey⁴

1. Norwegian Institute for Nature Research – NINA, Norvège
2. Ministère des ressources naturelles et de la faune, QC
3. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC
4. Atlantic salmon federation – ASF

Quarante-neuf saumons noirs (saumons ayant frayés l'automne précédent) ont été marqués avec des transmetteurs acoustiques (muni de détecteurs de profondeur) au printemps 2006 et 2007 dans l'estuaire York, et suivis dans la baie de Gaspé. De plus, les récepteurs positionnés dans le détroit de Belle Isle (Terre-Neuve, Canada) ont détecté le passage des saumons vers la mer du Labrador. De façon générale, les saumons noirs ont séjourné pendant quelques semaines dans la partie amont de l'estuaire avant de migrer rapidement à travers l'estuaire et la baie de Gaspé. L'orientation a toujours été vers la mer, même pendant les marées montantes, et la vitesse de nage augmentait avec la salinité. Les saumons plongeaient souvent en profondeur pendant le jour. La nage en profondeur a été associée avec l'identification de courants et de gradients de salinités plus stables temporellement en profondeur qu'en surface. La vitesse de migration en mer était une fonction de leur séjour en estuaire. Les premiers à quitter la baie de Gaspé voyageaient à une vitesse moyenne de 11 km.d⁻¹ pour arriver au Déroit de Belle Isle; les derniers à quitter la rivière traversaient à une vitesse moyenne de 22 km.d⁻¹. Nous proposons que les saumons noirs qui ont passé plus de temps à se nourrir en haut de l'estuaire aient été capables de migrer plus rapidement en mer.

* julian.dodson@bio.ulaval.ca

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

*Muriel Kim¹ & Michel F. Lapointe¹

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

La variation longitudinale de la grosseur du substrat le long des rivières est mieux représentée comme étant divisée en une série d'unités discrètes, appelées *liens sédimentaires*, dont chaque lien est initié par une source de substrat grossier, et est suivi par un affinement graduel du substrat. Les liens sédimentaires furent utilisés dans des études précédentes pour expliquer la distribution spatiale des organismes biotiques, comme la faune macroinvertébrée et le saumon atlantique. Dans ce projet, nous utilisons le concept des liens sédimentaires pour des rivières gaspésiennes pour tester si les distributions de juvéniles et de frayères de saumon atlantique sont contrôlées par les liens sédimentaires de ces rivières.

Plus d'une dizaine de rivières gaspésiennes furent divisées en liens sédimentaires à partir des données collectées sur le terrain et/ou en analysant des cartes topographiques et des photos aériennes. Les données portant sur les densités de juvéniles, la distribution des sites de fraies, ainsi que les montaisons annuelles furent mises à notre disposition par le FAPAQ/MRNF.

Nous avons découvert qu'il existe trois types de segments dans les liens sédimentaires des rivières gaspésiennes : il existe non seulement les *zones sources* (dans lesquelles la rivière est fournie en substrat grossier) et les *zones d'affinement* (caractérisées par un affinement du substrat vers l'aval), mais aussi un troisième type de zone, appelé *zone intermédiaire*, qui n'a pas été identifié lors des études précédentes. Les zones intermédiaires sont caractérisées par des apports ponctuels mais discontinus de substrat grossier, ainsi qu'un affinement du substrat perceptible mais obscurci.

Nous avons découvert que les fraies de saumon sont concentrées dans les zones d'affinement et les zones intermédiaires des rivières, tandis que les densités de fraies sont inférieures dans les zones sources. Il existe une forte corrélation positive entre la densité moyenne de juvéniles et la proportion de la longueur de rivière recensée qui est occupée par des zones sources et intermédiaires. De plus, il existe une forte corrélation négative entre la distance qui sépare l'embouchure de la rivière et la première zone source ou intermédiaire riche en blocs, et la grosseur moyenne de la montaison.

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

Comparaison de systèmes d'antennes à transpondeurs passifs (PIT) fixes et portables pour étudier les mouvements et l'utilisation d'habitat par les salmonidés juvéniles

*Patricia Johnston¹, Francis Bérubé¹ & Normand E. Bergeron¹

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

La technologie des transpondeurs passifs (PIT) est de plus en plus utilisée pour le suivi des poissons d'eau douce tant en laboratoire qu'en milieu naturel. Alors que des systèmes d'antennes fixes ont été développés afin d'assurer un suivi continu du passage des poissons marqués à des localisations précises, les systèmes d'antennes portables permettent généralement un suivi sur de plus grandes distances, mais avec une résolution temporelle limitée. Dans cette étude, les données obtenues à l'aide d'un système multi-antennes fixe (Johnston *et al.* 2009) sont comparées aux données acquises lors de 16 suivis (8 jours/8 nuits) effectués à l'antenne mobile. Le système multi-antennes comprend 242 antennes couvrant une section de 100 m de longueur par 10 m de largeur sur le ruisseau Xavier, un tributaire de la rivière Sainte-Marguerite Nord-Est (Saguenay). En 2007, 53 salmonidés 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. Les suivis à l'antenne portable ont été effectués aux 2 semaines pendant la période où le système fixe était activé. La comparaison des deux types de système révèle des différences au niveau du nombre de poissons détectés, de la longueur des déplacements mesurés, de la taille et de la localisation des domaines vitaux. Les résultats permettent de mettre en valeur les avantages et limites respectifs de chacun des types de systèmes.

Comparison of stationary antenna grid and portable PIT systems for studying fish movements and habitat use

Passive integrated transponder (PIT) technology is increasingly being used to monitor the behavior of freshwater fish in both experimental and natural settings. Fixed PIT systems have been developed to offer continuous monitoring of fish passage at specific locations while portable systems allow the monitoring of fish distribution over a larger spatial extent but with a limited temporal resolution. In this study, the data obtained with the use of an antenna grid (Johnston et al. 2009) are compared with the data obtained with 16 portable antenna surveys (8 days / 8 nights). The flat-bed antenna grid is composed of 242 antennas covering a 100 m long by 10 m wide section of the ruisseau Xavier, a tributary of the Sainte-Marguerite Nord-Est River (Saguenay). In 2007, 53 juvenile salmonids 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 fish from July to December and provided 128 903 detections over that period. The portable antenna trackings were carried out every two weeks during the period when the antenna grid was activated. The comparison between the two systems reveals differences regarding the number of fish detected, movements' distances, the size and location of home ranges. Those results show the respective advantages and limits of both system types.

* patricia.johnston@ete.inrs.ca
francis.berube@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Est-ce que les réserves énergétiques des saumons juvéniles varient dans les habitats localisés le long des tronçons sédimentaires ?

*Patricia Johnston¹ & Normand E. Bergeron¹

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

Pour les salmonidés juvéniles, l'énergie acquise par l'alimentation est allouée à différents processus tels que la maintenance, la croissance somatique, la survie hivernale, la maturation ou la smoltification. La composition corporelle des individus en eau, lipides et protéines est non seulement la conséquence directe de ces processus, mais est également liée aux conditions spatio-temporelles de facteurs biotiques (ex. : abondance de nourriture et compétition) et abiotiques (ex. : température et structure de l'habitat). Alors que plusieurs études ont précédemment documenté les variations temporelles de la composition proximale, peu d'études ont évalué les variations spatiales dans l'allocation des ressources énergétiques. Dans le cadre de cette étude, l'objectif était d'évaluer le contenu en eau, en lipides et en protéines chez les saumons juvéniles (*Salmo salar*) vivant dans des habitats variant le long de tronçons. À l'automne 2007, des saumons juvéniles ont été prélevés sur 5 sites de la rivière Dartmouth (Gaspésie) et 3 sites de la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay). Le contenu en lipides totaux a été déterminé par extraction chloroforme-méthanol et le contenu protéique total a été évalué par la méthode à l'acide bicinchoninique. Les résultats montrent des variations dans la composition proximale selon le site et l'âge des individus, mais ne révèlent pas de tendance claire le long des tronçons sédimentaires. La corrélation entre le contenu en eau, en lipide et en protéine varie selon l'âge des individus, ce qui suggère une dynamique différente d'allocation des ressources.

Does the energetic content of juvenile Atlantic salmon vary in different habitats along sedimentary links?

*For juvenile salmonids, energy acquired through feeding is allocated for processes such as maintenance, somatic growth, overwinter survival and early maturation or smoltification. The body composition (water, lipid, protein content) of individuals is not only directly related to those processes but is also influenced by spatio-temporal variations of biotic (ex.: food abundance, competition) and abiotic (ex.: temperature, habitat structure) conditions. While many previous studies have covered the temporal variations in the proximate body composition, only little information is available on the spatial variations in fish energetic allocation. The objective of this study was to determine the water, lipid and protein content of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) along the longitudinal sequence of aquatic habitat types found in sedimentary links. In autumn 2007, juvenile salmon were collected in 5 sites on the Dartmouth River (Gaspésie) and in 3 sites on the Sainte-Marguerite River (Saguenay). Total lipid content was determined with chloroform-methanol extractions and total protein content was evaluated with the bicinchoninic acid method. The results show variations in the body composition between sites and age but no clear longitudinal trend along sedimentary links. The correlation between water, lipid and protein content varies according to the age class, which suggests a different resource allocation dynamic.*

* patricia.johnston@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Analyse multivariée d'indices d'altération hydrologique relatifs aux étiages

*Anik Daigle¹, André St-Hilaire^{1,3}, Jacque Diatezua¹, Nathalie Thiémonge², Taha Ouarda¹ & Luc Roy²

1. INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec, QC
2. Hydro-Québec, QC
3. Canadian Rivers Institute, Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton, NB

La caractérisation des habitats aquatiques passe par celle du régime hydrologique de nos rivières. Récemment, une série d'indices d'altération hydrologique (IAH) a été développée dans le cadre de démarches suivant le paradigme du débit naturel, paradigme selon lequel le régime naturel est celui qui a la plus haute probabilité d'être optimal pour la faune ichtyenne endémique d'un cours d'eau donné. Ces indices caractérisent l'amplitude, la durée, la fréquence et la date d'occurrence d'événements dans un régime hydrologique naturel, et peuvent ensuite être utilisés comme base de comparaison pour quantifier l'altération de régimes réels ou anticipés. Parmi les effets escomptés des changements climatiques au cours des prochaines décennies, on compte des changements dans l'amplitude et la fréquence des événements extrêmes (crues et étiages) consécutifs à l'augmentation de la température moyenne et aux changements dans le régime des précipitations. Le travail présenté s'intéresse à la caractérisation des étiages au Québec. Des ~200 IAH répertoriés dans la littérature, ~60 se rapportent spécifiquement aux étiages. Il est difficile d'envisager un suivi efficace de l'état de nos ressources à partir d'un tel nombre d'indices, au demeurant hautement redondants. Les objectifs de ce travail sont (1) d'identifier un petit nombre d'indices pour une caractérisation efficace des étiages au Québec, et (2) d'étudier leur évolution au cours du passé récent.

Les 60 indices d'étiage répertoriés ont été calculés pour des séries de débits moyens quotidiens acquises à 33 stations du Nord du Québec. Le nombre d'indices a été réduit à 15 d'après une combinaison de critères quantitatifs et qualitatifs : (1) les indices redondants ont été identifiés à l'aide d'une analyse multivariée, puis éliminés; (2) on a fait en sorte que la sélection finale comprenne des indices des quatre catégories d'amplitude, de fréquence, de durée et de date d'occurrence, (3) on a privilégié les indices permettant de faire une distinction entre différents voisinages hydrologiques. Une analyse en composantes principales a permis d'identifier des indices-clés et de démarquer certaines similitudes régionales.

Les indices d'étiage ont aussi été calculés annuellement de façon à vérifier la présence de tendances dans les caractéristiques des étiages au Québec. Des tests combinés de Mann-Kendall et de corrélation de Spearman ont révélé une tendance significative à la baisse du débit minimum d'août pour 24% des séries analysées.

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

Effets de la sélection sur le succès reproducteur de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)

*Hamza Seghouani¹, Céline Audet¹ & Nicolas Derome²

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

La performance des animaux est un aspect important dans les élevages et la croissance et la faible incidence de maturation sexuelle précoce sont des traits d'intérêts chez les salmonidés. L'objectif de mon projet de maîtrise est d'évaluer l'effet d'une sélection combinée prenant en compte la croissance chez les animaux ne présentant pas de maturité sexuelle à 1⁺ sur le succès reproducteur. Pour ce faire, nous comparerons le succès reproducteur entre une lignée sélectionnée et une lignée contrôle (où les croisements ont toujours été effectués au hasard). Nous nous intéresserons surtout au succès reproducteur des femelles en prenant en compte la fécondité relative, le diamètre des œufs, la survie à l'éclosion et à la fin de la période d'alimentation endogène, mais également la production de vitellogénine et sa régulation via les stéroïdes sexuels (17 β -estradiol, testostérone). Chez les mâles, nous évaluerons la quantité de spermatozoïdes présents dans la laitance ainsi que les pourcentages de fécondation.

* hamza.seghouani@uqar.qc.ca
celine_audet@uqar.qc.ca
nicolas.derome@bio.ulaval.ca

Accumulation des réserves énergétiques et synthèse de la vitellogénine dans le foie d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) anadromes, résidents et hybrides

*Mathieu Caron¹, Céline Audet¹ & Louis Bernatchez²

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

La reproduction des salmonidés nécessite l'accumulation et l'utilisation d'une quantité considérable de réserves énergétiques, en particulier durant la période de vitellogenèse (synthèse de vitellogénine) précédant la ponte. Notre objectif était de vérifier si l'accumulation des réserves énergétiques et la synthèse de la vitellogénine varient en fonction de la stratégie reproductrice (anadromie ou résidence en eau douce). Nous avons mesuré les lipides totaux, le glycogène et les protéines totales dans le foie d'ombles de fontaine anadromes, résidents et hybrides réciproques élevés en conditions contrôlées. Les réserves énergétiques ont été mesurées chez les deux sexes, mais seuls les résultats des individus femelles sont présentés ici. Nous avons également mesuré la vitellogénine dans le foie des femelles des quatre groupes. Les échantillonnages ont été effectués au début du mois de juin (juste après transfert des poissons en eau de mer), à la fin du mois d'août (après retour en eau douce) et au début du mois de novembre, au moment de la fraie. Les mesures de réserves énergétiques et de vitellogénine pour les poissons échantillonnés au début du mois de novembre ont été effectuées pour deux stades de maturation sexuelle différents, c'est-à-dire des femelles immatures et des femelles matures. Les stades de maturation sexuelle n'étaient toutefois pas disponibles pour les deux autres périodes d'échantillonnage. Les résultats obtenus montrent des concentrations de vitellogénine très variables à la fin du mois d'août, sans différence significative entre les anadromes et les résidents. Par ailleurs, les concentrations de lipides mesurées dans le foie sont relativement peu variables, et ce pour tous les périodes d'échantillonnage. À première vue, il ne semble pas y avoir de différences notables entre les groupes, mais l'analyse des résultats reste à compléter.

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

Déterminismes génétiques et environnementaux de la croissance chez l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)

*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'héritabilité et les effets maternels dictent la transmission intergénérationnelle de caractères d'intérêts pour l'aquaculture tels que la masse et la longueur chez les poissons. Bien que ces paramètres puissent varier selon l'environnement et au cours du développement, peu d'études ont cherché à comparer les changements ontogénétiques de ces paramètres entre différentes populations d'une même espèce. Dans ce contexte, les objectifs de ce projet étaient : 1) d'estimer l'héritabilité et l'effet maternel de la masse et de la longueur mesurées au cours de la croissance de trois populations d'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et 2) de documenter l'ampleur des interactions gènes-environnement pour ces mêmes traits. Vingt-neuf familles issues de trois populations ont été élevées dans deux environnements différents pendant 15 mois. Nos résultats montrent un effet marqué de la population étudiée et du stade de développement sur les valeurs d'héritabilité et des effets maternels autant pour la longueur que pour la masse. De même, les résultats révèlent un effet différentiel de l'environnement sur l'héritabilité de ces traits selon les différentes populations. L'expression de ces paramètres génétiques semble donc très complexe car elle dépend de nombreux facteurs.

*Inter-population comparison of changes in heritability, maternal effects and genes-environment interaction influencing growth during development in brook charr (*Salvelinus fontinalis*)*

*Heritability and maternal effects are involved in the transmission, from one generation to the next, of traits of interest for aquaculture such as fish weight and length. These parameters are known to vary depending on rearing environment and developmental stage, yet very few studies have aimed to compare the ontogenetic changes of these parameters among populations of a same species. In this context, the objectives of this study were 1) to estimate heritability and maternal effects of weight and length measured during growth of three different populations of brook charr (*Salvelinus fontinalis*) and 2) to document the extent of gene-environment interactions for these same traits. Twenty-nine families from three populations were reared in two different environments for 15 months. Ours results indicate marked effects of population and development stage on heritability and maternal effects for both weight and length. Results also revealed population-specific environmental effects on heritability for these traits. Thus, the expression of these genetic parameters seems very complex and dependent on various factors.*

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

Évaluation de l'impact de l'intensité des ensemencements sur la diversité et structure génétique des populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)

*Amandine Marie¹, Louis Bernatchez² & Dany Garant¹

1. Département de biologie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC
2. Département de biologie, Université Laval, Québec, QC

Afin de supporter l'offre de pêche sportive, l'ensemencement de poissons domestiques en milieu naturel est une pratique courante à travers le monde. De telles pratiques peuvent potentiellement modifier l'intégrité génétique des populations naturelles selon l'étendue des différences génétiques entre les poissons domestiques et sauvages et selon l'intensité des ensemencements. L'objectif de cette recherche était d'évaluer les effets de la variation de l'intensité des ensemencements (nombre de fois qu'un lac a été ensemencé au cours d'une période donnée) sur la diversité et la structure génétique des populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), l'espèce la plus ensemencée au Québec, au sein de lacs de deux réserves fauniques (Portneuf et Mastigouche) du Québec. Nos résultats indiquent que les niveaux de diversité génétique trouvés dans les différents lacs varient selon l'origine des poissons ensemencés (domestiques purs ou hybrides sauvages-domestiques). De plus, l'homogénéisation de la structure génétique des populations est fortement reliée à l'intensité des ensemencements : les lacs fortement ensemencés présentent un plus faible niveau de différenciation inter-lacs que les lacs modérément et non ensemencés. De plus, les ensemencements ont comme conséquence d'éliminer le signal d'isolement génétique par la distance géographique alors que ce signal est toujours présent au sein de lacs non ensemencés. Ces résultats présentent donc d'importantes implications pour la conservation et la gestion de cette espèce au Québec.

* amandine.marie@usherbrooke.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca
dany.garant@usherbrooke.ca

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

*Marc Pépino¹, Marco A. Rodríguez¹ & Pierre Magnan¹

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

La fragmentation de l'habitat, d'origine humaine ou naturelle, constitue un enjeu croissant. Au sein du réseau fluvial, les déplacements de grande portée des poissons sont surtout longitudinaux et la connectivité joue un rôle essentiel en joignant des habitats utilisés à différentes étapes du cycle vital. Les travaux de réfections de l'axe routier 73/175 dans la réserve faunique des Laurentides (Québec, Canada) peuvent avoir deux principaux impacts sur les populations d'omble de fontaine : (1) entraver la libre circulation des individus et (2) réduire la qualité de l'habitat en aval par l'accumulation des sédiments fins. Notre étude a utilisé des modèles de régression mixtes pour évaluer les impacts des travaux autoroutiers sur l'abondance estivale et la structure en taille de l'omble de fontaine tout en tenant compte de l'emboîtement des données. Les densités d'omble de fontaine ont été estimées au cours de trois années consécutives par pêche électrique sur 217 sections ouvertes de 25 m réparties dans 38 cours d'eau. Enfin, l'inclusion de mesures de connectivité comme variables prédictives dans les modèles devrait faire ressortir l'influence de la fragmentation de l'habitat sur l'abondance et la structure en taille de l'omble de fontaine en rivière.

Brook trout density in a fragmented riverine network: impacts of highway construction

Habitat fragmentation, from human activities or natural processes, is a growing concern. In riverine networks, long-distance displacements by fish are mostly longitudinal and connectivity plays a crucial role by providing access to different habitats at different stages of the life cycle. An ongoing expansion of the 73/175 highway, which runs through the Reserve faunique des Laurentides (Québec, Canada), may have two main impacts on brook trout population: (1) hindering free passage of individuals and (2) reducing downstream habitat quality by accumulation of fine sediments. Our study used mixed regression analyses to examine the impacts of highway construction on brook trout density and size distribution while taking into account the nested structure of the data. Brook trout density was measured during summer in three consecutive years by electrofishing in 217 open 25-m sections across 38 tributaries. The inclusion of measures of connectivity as predictors in the models should yield insights on how habitat fragmentation influences the density and size distribution of brook trout in streams.

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

The Influence of substrate composition on the survival to emergence success and emergence timing of Brook Charr larvae

*Jan Franssen¹, Catherine Blais³, Yves Paradis³, 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 caused by forestry, agriculture, mining and construction activities have been shown to dramatically increase the flux of fine sediment into lotic ecosystems. An increase in the loading of fine sediment to streams is thought to negatively impact the quality of fish spawning habitats. The results of several laboratory experiments have indicated that egg-to-emergence survival is inversely related to the percentage of fine sediment in spawning substrates. The percentage of fine sediment in spawning microhabitats has also been observed to influence the timing of larval emergence with at least one publication reporting a delay in the emergence of salmonid larvae from substrates with elevated percentages of fine sediment. Conversely, several other studies have reported premature emergence of salmonid larvae from substrates with elevated concentrations of fine sediment. We present the results of a laboratory experiment designed to assess the effect of substrate composition on the egg-to-emergence survival rate and the timing of emergence of brook charr larvae (*Salvelinus fontinalis*). Brook charr embryos were incubated in substrate mixtures representative of brook charr spawning microhabitats identified 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
normand.bergeron@ete.inrs.ca
michel.lapointe@mcgill.ca
Pierre.Magnan@uqtr.ca

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES