

21<sup>ème</sup> colloque annuel



Centre interuniversitaire  
de recherche sur  
le saumon atlantique

## Progrès récents dans les travaux de recherche du CIRSA

9 – 10 mai 2018

**Auditorium Jean-Paul Tardif  
Pavillon La Laurentienne  
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

**Trois bourses de 250\$ chacune seront attribuées par la Fondation de la faune du Québec aux 3 meilleures présentations faites par des étudiants ou des stagiaires postdoctoraux**

*Un grand merci à la*



---

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

Françoise Colombani  
CIRSA

Dépt. de biologie, Pavillon Alexandre Vachon  
1045, Avenue de la Médecine  
Québec, Qc. G1V 0A6

Tél. (418) 877-5844

Courrier électronique : [francoise.colombani@bio.ulaval.ca](mailto:francoise.colombani@bio.ulaval.ca)

Site internet CIRSA : [cirsa-saumon.ca](http://cirsa-saumon.ca)

---

*Auditorium Jean-Paul Tardif, Pavillon La Laurentienne. Université Laval*

**Mercredi 9 mai 2018**

<b>10h00 - 10h10</b>	<i>Mot de bienvenue</i>
	<b>CONFÉRENCIÈRE INVITÉE : Cindy Breau</b> ( <i>Pêches et Océans Canada</i> )
<b>10h10 - 10h40</b>	La mortalité du saumon atlantique en mer: est-ce qu'une proportion des mortalités peuvent être causées par des conditions en eau douce?..... Page 5
<b>10h40 - 11h00</b>	Les travaux de suivi et de recherche du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs pour la saine gestion du saumon atlantique Julien April et <b>Maxime Guérard</b> ( <i>MFFP</i> ) .....Page 6
<b>11h00 - 11h30</b>	<i>Pause-café</i>
<b>11h30 - 11h50</b>	Problèmes de santé chez le saumon atlantique sauvage : un difficile travail d'enquête <b>Catherine Brisson-Bonenfant</b> ( <i>MFFP</i> ) .....Page 7
<b>11h50 - 12h10</b>	La furonculose chez les salmonidés: perte de virulence de l'agent pathogène via l'instabilité d'un plasmide. <b>Marie-Ange Massicotte</b> , Katherine K. Tanaka, Antony T. Vincent, Valérie E. Paquet, Michel Frenette, Steve J. Charrette .....Page 8
<b>12h10 - 12h30</b>	Atlantic Salmon Movement Patterns Following Translocation <b>Danielle Frechette</b> , Elsa Goerig, Normand Bergeron, Julian Dodson .....Page 9
	<i>Dîner</i>
	<b>PRÉSENTATION SPÉCIALE / Pascale Biron</b> ( <i>Université Concordia</i> )
<b>14h00 - 14h30</b>	Réflexions sur l'intégration de l'hydrogéomorphologie dans la restauration des habitats.....Page 10
<b>14h30 - 14h50</b>	Importance de la morphologie sur le succès de passage de l'omble de fontaine dans les ponceaux. <b>Elsa Goerig</b> , B. Wasserman, E. Palkovacs et T. Castro-Santos .....Page 11
<b>14h50 - 15h10</b>	Sélection d'habitat par les saumons atlantiques juvéniles ( <i>Salmo salar</i> ) avec un modèle de régression fonctionnelle <b>Jérémie Boudreault</b> , Normand Bergeron, André St-Hilaire, Fateh Chebana .....Page 12
<b>15h10 - 15h40</b>	<i>Pause-café</i>
<b>15h40 - 16h00</b>	Ontogénèse du microbiote du saumon atlantique élevé en pisciculture dans un contexte d'ensemencement <b>Camille Lavoie</b> et Nicolas Derome.....Page 13
<b>16h00 - 16h20</b>	Modifications épigénétiques induites par l'élevage en pisciculture chez un saumon du Pacifique J. Le Luyer, <b>Martin Laporte</b> , T.D. Beacham, K.H. Kaukinen, R.E. Whithler, J.S. Leong, E.B. Rondeau, B. F. Koop, Louis Bernatchez .....Page 14

<b>16h20 - 16h40</b>	Compteur à poisson automatique : Une perspective d'avenir pour les projets d'acquisition de connaissance sur le saumon atlantique <b>Maxime Guérard</b> ( <i>MFFP</i> ) et Rosemarie Gagnon-Poiré ( <i>FQSA</i> ) .....Page 15
<b>16h40 - 17h00</b>	The International Year of Salmon / L'année internationale du saumon <b>Patricia Edwards</b> ( <i>Pêche et Océan Canada</i> ).....Page 16

### **Fin des présentations de la première journée**

**Réception (5 à 7) à partir de 17 heures le 9 mai**  
*Hall, Pavillon La Laurentienne*

---

## ***Auditorium Jean-Paul Tardif, Pavillon La Laurentienne. Université Laval***

### **Jeudi 10 mai 2018**

<b>09h00 - 09h20</b>	Fine-scale population structure of Atlantic salmon within the Miramichi River. <b>Kyle Wellband</b> , Tommi Linnansaari, Jake Elliott, Allen Curry, Louis Bernatchez.....Page 17
<b>9h20 - 9h40</b>	Impacts des ensemencements sur les tailles effectives de populations d'ombles de fontaine <b>Philippine Gossieaux</b> ; Louis Bernatchez, Pascal Sirois; Dany Garant .....Page 18
<b>9h40 - 10h00</b>	Le projet MONITORISE: définition de réseaux de mesures optimisés en rivière et application au monitoring écologique de conservation des rivières sauvages <b>Anik Daigle</b> , Arnaud Caudron, Laure Vigier, Hervé Pella .....Page 19
<b>10h00 - 10h30</b>	<b><i>Pause-café</i></b>
<b>10h30- 10h50</b>	Les barrières thermiques en été améliorent-elles les opportunités de recherche de nourriture en hiver chez l'omble de fontaine lacustre ? <b>Marc Pépino</b> et Pierre Magnan .....Page 20
<b>10h50 - 11h10</b>	Un indice thermique de croissance potentielle du saumon juvénile <b>Anik Daigle</b> , Normand Bergeron, André St-Hilaire, Sébastien Ouellet-Proulx.....page 21
<b>11h10 - 11h30</b>	Importance de la température de l'eau pour la croissance du saumon atlantique juvénile <b>Sébastien Ouellet-Proulx</b> , Carole-Anne Gillis, Marie Clément, Tommi Linnansaari, Anik Daigle, André-St-Hilaire, Normand Bergeron .....Page 22
<b>11h30 - 11h50</b>	Travaux sur l'estimation de la température de l'eau en rivière sur les bassins versants de la Restigouche et de la Gaspésie <b>André St-Hilaire</b> et Claudine Boyer .....Page 23
<b>11h50 - 12h00</b>	<b><i>Annnonce des récipiendaires d'une bourse de la Fondation de la faune du Québec pour les meilleures présentations étudiantes ou postdoctorales</i></b>

***Mot de clôture***

## **La mortalité du saumon atlantique en mer: est-ce qu'une proportion des mortalités peuvent être causées par des conditions en eau douce?...**

**\* Cindy Breau** <sup>1</sup>

1. Pêches et Océans Canada

L'abondance du saumon atlantique (*Salmo salar*) a connu un déclin important partout dans son aire de distribution depuis le début des années 1990. Ce déclin du saumon sur une échelle aussi répandue suggère que des facteurs en mer sont en cause. Un changement de phase dans la productivité du saumon atlantique de l'Amérique du Nord dans les années 1990 a été associé à une diminution de la survie en mer. Le changement de la température de l'eau et le changement des niveaux trophiques relié aux changements climatiques sont deux hypothèses élaborées pour expliquer cette diminution du taux de survie en mer du saumon. Cependant, est-il possible qu'une proportion du déclin soit attribuée à une exposition des saumonneaux à des conditions acides en eau douce ainsi qu'à l'aluminium lors de leur migration du printemps? Le cas échéant, ces effets pourraient avoir des répercussions importantes au niveau de la population.

Certaines rivières en Amérique du Nord rencontrent des conditions acides chroniques permettant à l'aluminium de se transformer en une forme toxique pour la vie aquatique. Très peu de saumons juvéniles survivent dans ces systèmes sans chaulage. La grande majorité des études portant sur les effets de l'aluminium sur la survie du saumon ont été effectuées dans ces systèmes très impactés en eau douce. Cependant, des études plus récentes indiquent que les saumonneaux affectés par l'aluminium qui atteignent la mer ne survivent pas puisque ces poissons ont une tolérance beaucoup plus réduite à l'aluminium dans le milieu marin. Les saumons juvéniles et les saumonneaux de la rivière Miramichi ne sont pas affectés par des conditions chroniques d'acidité et d'aluminium. Cependant, des données de pH au printemps suggèrent que les saumonneaux de la rivière Miramichi pourraient être exposés à des niveaux d'acidité et possiblement d'aluminium pouvant compromettre leur survie ou affecter leurs comportements lors de leur phase marine. La présentation va discuter de ce sujet en comparant les rivières Miramichi et Restigouche.

\*[Cindy.Breau@dfo-mpo.gc.ca](mailto:Cindy.Breau@dfo-mpo.gc.ca)

## **Les travaux de suivi et de recherche du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs pour la saine gestion du saumon atlantique**

\*Julien April<sup>1</sup> et Maxime Guérard<sup>1</sup>

1. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique

Le saumon atlantique a connu un déclin au cours des dernières décennies, et ce, à peu près partout dans son aire de distribution mondiale. Au Québec, l'abondance du saumon s'est stabilisée depuis les années 2000, mais demeure généralement sous les niveaux historiques.

Dans le but de conserver les populations de saumon tout en favorisant une pêche durable et de qualité, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a élaboré le Plan de gestion du saumon atlantique 2016-2026. Le bilan des deux premières années de mise en œuvre est très positif. En effet, en comparant les données obtenues depuis la mise en œuvre du plan actuel avec celles des cinq années précédentes, on constate que les nouvelles modalités de pêche ont contribué à une réduction du prélèvement des grands saumons de 34 %, ce qui favorise grandement la pérennité des populations. Pour cette même période, la fréquentation des rivières a augmenté de 7 %, ce qui indique que l'industrie de la pêche au saumon est en saine croissance.

Par ailleurs, le MFFP poursuit différents projets de recherche et travaux de suivi afin d'optimiser encore davantage la saine gestion du saumon atlantique. Ceux-ci incluent notamment :

- Évaluation de la montaison et de la dévalaison sur trois rivières témoins;
- Production d'avis scientifique sur les risques et bénéfices aux niveaux écologiques, génétiques et évolutifs découlant d'une pression d'exploitation dirigée vers des petits ou des grands saumons;
- Évaluation de l'impact de la remise à l'eau en période d'eau chaude sur le succès reproducteur;
- Révision, à l'aide d'une approche statistique, de la méthode d'estimation des montaisons sur les rivières sans données de montaisons;
- Expérimentation du dénombrement du saumon à l'aide de compteurs automatiques.

\* [Julien.April@mffp.gouv.qc.ca](mailto:Julien.April@mffp.gouv.qc.ca)

## Problèmes de santé chez le saumon atlantique sauvage : un difficile travail d'enquête

\* Catherine Brisson-Bonenfant<sup>1</sup>

1. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique

Au cours de la dernière décennie, différents problèmes de santé ont affecté le saumon atlantique (*Salmo salar*) sauvage. Tout d'abord, le syndrome inflammatoire périanal a été recensé dans plus d'une dizaine de rivières de différentes régions du Québec, avec des prévalences variables. Ce syndrome, qui provoque de l'inflammation et des hémorragies sous-cutanées à la périphérie de l'orifice anogénital des saumons, est associé à la présence d'un grand nombre de nématodes parasites (*Anisakis simplex sensu stricto*) dans cette partie du corps et sur les viscères. En Gaspésie, une importante mortalité de saumons a été observée sur deux rivières : Saint-Jean et York. Cette mortalité a été associée à une nécrose dermique jumelée à une infection fongique du genre *Saprolegia sp.* Finalement, le virus de l'anémie infectieuse du saumon a été identifié dans les provinces maritimes, soit à proximité des eaux québécoises. Ces problèmes de santé suscitent beaucoup d'inquiétudes et de questionnements de la part des pêcheurs sportifs, des gestionnaires de la ressource faunique et des scientifiques. Afin de dresser le portrait de la situation au Québec et de mieux comprendre les enjeux associés à ces problématiques, plusieurs actions ont été entreprises par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et ses collaborateurs.

\* [catherine.brisson-bonenfant@mffp.gouv.qc.ca](mailto:catherine.brisson-bonenfant@mffp.gouv.qc.ca)

## La furonculose chez les salmonidés: perte de virulence de l'agent pathogène via l'instabilité d'un plasmide.

\* Marie-Ange Massicotte<sup>1,2</sup>, Katherine K. Tanaka<sup>1,2</sup>, Antony T. Vincent<sup>1,2</sup>, Valérie E. Paquet<sup>1,2</sup>, Michel Frenette<sup>1,3</sup>, Steve J. Charrette<sup>1,2</sup>

1. Département de biochimie, microbiologie et bio-informatique, Université Laval
2. Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
3. Université Laval, Groupe de recherche en écologie buccale

La bactérie *Aeromonas salmonicida* ssp. *salmonicida* (*A. sal.*) est un agent pathogène aquatique causant la furonculose chez les salmonidés. La furonculose est une maladie caractérisée par de hauts taux de mortalité et engendre de lourdes pertes économiques pour les productions aquacoles à travers le monde et plus spécifiquement au Québec où la production piscicole est principalement orientée vers les salmonidés. L'antibiothérapie et la vaccination sont des méthodes de traitements actuellement disponibles. Toutefois, en raison de l'apparition de souches résistantes aux antibiotiques et de l'efficacité modérée des vaccins constitués de bactéries mortes, des approches alternatives sont souhaitées, voire nécessaires. Le développement de nouveaux traitements efficaces est cependant tributaire de notre compréhension des mécanismes de virulence de la bactérie.

Le système de sécrétion de type trois (SSTT) est un facteur de virulence essentiel pour *A. sal.*, puisque sans celui-ci la bactérie devient avirulente et ne peut plus infecter son hôte. Il a été démontré que cultiver cette bactérie psychrophile au-dessus de sa température optimale de croissance provoque la perte d'un segment du plasmide pAsa5 qui porte les gènes codant pour le SSTT. Le mécanisme menant à cette perte implique la recombinaison homologue entre des séquences d'insertion (IS) se trouvant de part et d'autre de la zone perdue sur le plasmide pAsa5. Il a été montré que deux types de IS peuvent provoquer ces recombinaisons soit les ISAS11 et ISAS5. Cependant, bien que ces IS soient présentes chez la majorité des souches d'*A. sal.*, celles-ci ne présentent pas toutes des taux élevés de recombinaison, certaines souches étant totalement réfractaires au réarrangement du plasmide et ne perdent donc jamais leur SSTT. Il semble donc que des déterminants génétiques spécifiques à chacune des souches influencent le processus de réarrangement de pAsa5.

Des études approfondies sur les déterminants génétiques responsables de la perte du SSTT permettraient de développer un outil diagnostique pour identifier les souches d'*A. sal.* pouvant perdre naturellement leur SSTT par traitement thermique. Ces souches pourraient ensuite être utilisées comme souches vaccinales pour protéger les populations de poissons contre les souches virulentes. Cette méthode de vaccination permettrait de réduire les inconvénients des vaccins actuellement disponibles en procurant, entre autres, aux poissons une meilleure immunité contre la bactérie. De plus, grâce à cet outil diagnostique, il serait possible de produire des auto-vaccins spécifiques à chacune des productions piscicoles pour une efficacité accrue contre *A. sal.*

\* [marie-ange.massicotte.1@ulaval.ca](mailto:marie-ange.massicotte.1@ulaval.ca)  
[Steve.Charette@bcm.ulaval.ca](mailto:Steve.Charette@bcm.ulaval.ca)

## Atlantic Salmon Movement Patterns Following Translocation

\* **Danielle Frechette**<sup>1,4</sup>, Elsa, Goerig<sup>2</sup>, Normand Bergeron<sup>1,4</sup>, Julian J. Dodson<sup>3,4</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre et Environnement
2. Museum of Comparative Zoology, Harvard University
3. Département de biologie, Université Laval
4. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Translocation of salmonids is a common practice to enable upstream migrating adults or downstream migrating smolts to bypass barriers to migration, such as hydroelectric dams or adverse habitats. In the Sainte-Marguerite River (Quebec), a translocation program was operated from 2014-2016 as a means of population enhancement. This program entailed trapping a subset of adults returning to a fish ladder (at rkm 7) for transport into novel habitat upstream of a pair impassible waterfalls at rkm 33.7 and rkm 36.2. The rationale behind the program was that increasing habitat for reproductive adults would reduce juvenile rearing densities, subsequently reducing density-dependent effects on growth and survival. In order for the program to succeed, transported adults needed to remain in the novel habitat to reproduce.

During the three years of the translocation program, we tagged transported adults with acoustic transmitters (Vemco V13-H), and tracked their movements using an array of acoustic receivers (Vemco VR2-W). A total of 68 salmon were released into the novel habitat, 22 of which moved downstream out of the novel habitat (termed ‘post-transport fallback’) within 10 days of release. We identified two types of post-transport fallback: complete fallback occurred when fish transited both impassable waterfalls and re-joined the naturally-migrating spawning population, and incomplete fallback, where the adults remained between the impassable falls. We applied time-to-event analysis to examine the environmental factors transport conditions, and fish characteristics that influenced fallback. We also examined movement pattern of the salmon that remained in the novel habitat (N=46), we identified two main movement patterns: the exploratory pattern was characterized by many long-distance movements, whereas the sedentary movement pattern was characterized by fewer, short-distance movements. Sex and river temperature had the greatest influence on the type of movement pattern exhibited by a given individual on a given day. The results of our study will help managers make real-time decisions regarding selection of individuals for transport. Further, warming river temperatures may result in colonization of currently inhospitable northern rivers. As most studies of movement patters of transported salmon have been conducted in regulated rivers, our finding may better help predict how natural colonization might proceed in newly opening habitats.

\* [danielle.frechette@ete.inrs.ca](mailto:danielle.frechette@ete.inrs.ca)  
[normand.bergeron@ete.inrs.ca](mailto:normand.bergeron@ete.inrs.ca)  
[goerig.elsa@gmail.com](mailto:goerig.elsa@gmail.com)  
[julian.dodson@bio.ulaval.ca](mailto:julian.dodson@bio.ulaval.ca)

## Réflexions sur l'intégration de l'hydrogéomorphologie dans la restauration des habitats

\* **Pascale Biron** <sup>1,2</sup>

1. Département de géographie, urbanisme et environnement, Université Concordia
2. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Depuis les dernières décennies, la science de la restauration des cours d'eau a subi de profonds changements. En particulier, l'importance de bien tenir en compte la nature des processus fluviaux à l'échelle du bassin versant fait maintenant consensus, surtout en ce qui a trait au rôle de l'érosion des berges, de la mobilité des chenaux et des débris ligneux dans la création et le maintien d'habitats de qualité pour différentes espèces de poisson. En conséquence, la pratique de la restauration de cours d'eau s'est éloignée de méthodes qui considèrent les rivières comme étant statiques, comme par exemple l'ajout de structures de type seuil ou déflecteur. De plus, les interventions ne visant qu'à restaurer l'habitat d'espèces ciblées, mais qui ne prennent pas en considération les perturbations des processus fluviaux en amont (par exemple dans la quantité de sédiments transportés), sont de moins en moins considérées comme étant viables. L'état de l'art en matière d'habitat des cours d'eau consiste à s'assurer que les processus, et non les formes, soient restaurés. Cela implique que les causes de la dégradation observée dans la qualité de l'habitat d'un bassin versant soient bien identifiées afin de générer des bénéfices à long terme et ainsi accroître la résilience des cours d'eau face à des perturbations futures. Au Québec, plusieurs des mesures de restauration couramment employées visent à recréer un habitat de qualité pour l'omble de fontaine, une espèce importante pour la pêche sportive. Ces mesures incluent l'ajout de structures telles que des seuils et déflecteurs, la construction de frayères aménagées par l'ajout de gravier, le nettoyage de la végétation riveraine et des débris ligneux, le démantèlement d'embâcles de bois et de barrages de castors.

Cette présentation suggère une remise en question de ces approches de restauration qui ne sont pas basées sur des concepts d'hydrogéomorphologie. Par exemple, il est documenté dans la littérature scientifique que les bénéfices écologiques apportés par les accumulations de débris ligneux et la présence de barrages de castors sont très importants, et qu'il faut donc s'assurer de les maintenir en place. De plus, les structures de type seuils ou déflecteurs, bien qu'elles procurent certains bénéfices à court terme, ne permettent en général pas d'atteindre des cibles de restauration à plus long terme. Plusieurs des recommandations à travers le monde sur la restauration de l'habitat des poissons en rivière se basent maintenant sur la restauration des processus, et s'appuient fortement sur des concepts hydrogéomorphologiques. Des exemples de ces lignes directrices seront fournis, de même que des recommandations pour la priorisation des actions de restauration.

\* [pascale.biron@concordia.ca](mailto:pascale.biron@concordia.ca)

## **Importance de la morphologie sur le succès de passage de l'omble de fontaine dans les ponceaux.**

\* **Elsa Goerig**<sup>1,3</sup>, B. Wasserman<sup>2</sup>, E. Palkovacs<sup>2</sup> et T. Castro-Santos<sup>3</sup>

1. Museum of Comparative Zoology, Harvard University
2. University of California at Santa Cruz
3. USGS Leetown Science Center

La capacité de se déplacer entre différents habitats est primordiale pour la survie de nombreuses espèces. Les obstacles dans les cours d'eau tels que les ponceaux peuvent entraver les déplacements des poissons et ainsi réduire la connectivité entre les habitats fluviaux. La capacité du poisson à franchir un obstacle est liée aux caractéristiques de celui-ci, mais aussi à des variables environnementales, physiologiques et comportementales. Parmi celles-ci, la morphologie varie d'une espèce à l'autre ainsi qu'au sein d'une même espèce et peut influencer la capacité de nage, un élément clé de la performance de passage dans les ponceaux. Nous présentons ici une étude expérimentale menée sur des ombles de fontaine originaires de six cours d'eau et essayant de franchir des ponceaux sous diverses conditions de vitesse et de température de l'eau. Nous mettons en lumière un lien évident entre la forme du corps et la motivation des poissons à tenter de franchir les ponceaux. La forme du corps est également liée au passage réussi de la structure, bien que de façon plus modérée. Cette étude suggère que les ponceaux peuvent induire des pressions sélectives sur les caractéristiques physiques des populations de poissons, ainsi que sur leur persistance.

### ***Body shape matters for brook trout passage through in-stream barriers***

Ability to move between different habitats has important implication for fitness in many species. In-stream barriers such as culverts may impede fish movements and thus reduce connectivity between riverine habitats. Fish ability to overcome barriers is related to the barriers' features, but also to environmental, physiological and behavioral components. Among these, body shape varies among and within species and may influence swimming ability, a key component of passage performance through culverts. Here we present an experimental study conducted on wild brook trout from six streams, attempting to pass culverts under various conditions of flow and temperature. We found a clear link between body shape and the fish motivation to enter and ascend culverts. Body shape was also related to successful passage through the barrier, but to a lesser extent than for motivation. This study enhances our understanding on how in-stream barriers may apply selective pressures on fish population traits and persistence.

\* [goerig.elsa@gmail.com](mailto:goerig.elsa@gmail.com)

## Sélection d'habitat par les saumons atlantiques juvéniles (*Salmo salar*) avec un modèle de régression fonctionnelle.

\* **Jérémie Boudreault**<sup>1,3</sup>, Normand Bergeron<sup>1,3</sup>, André St-Hilaire<sup>1,2,3</sup>, Fateh Chebana<sup>1</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre et Environnement
2. Canadian River Institute
3. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

L'habitat du saumon atlantique est impacté par diverses activités anthropiques telles que les barrages et la construction de routes. Aussi, les changements climatiques causeront vraisemblablement une érosion accrue, une augmentation de la température de l'eau et même de possibles destructions d'habitats, ce qui pourrait résulter en une diminution des populations de saumons. Par conséquent, des modèles pour prédire la qualité/quantité d'habitats doivent être développés. Dans la littérature, l'habitat du poisson est étudié via diverses approches : les modèles de simulation de l'habitat physique (PHABISM), l'indice de qualité de l'habitat (IQH), composante des modèles d'habitat physique, et les modèles de régression classiques comme le modèle linéaire généralisé (GLM) et le modèle additif généralisé (GAM). Dans ces approches de régression, un effet linéaire (GLM) ou lissé (GAM) des variables caractérisant l'habitat physique (typiquement, la profondeur, la taille du substrat et la vitesse du courant) est lié à l'abondance/densité/présence-absence de poissons. Dans l'habitat naturel du poisson, les individus ne sont pas exposés à une seule valeur de chaque caractéristique mais plutôt à une gamme complète de valeurs, pouvant être résumée dans une distribution de fréquence. Cependant, les modèles de régression classiques ne peuvent utiliser qu'une seule valeur pour chaque caractéristique de l'habitat, causant une sérieuse perte d'information. Alors, il est d'intérêt d'introduire le modèle de régression fonctionnelle pour l'habitat du poisson puisqu'il permet de représenter une variable par des courbes ou des fonctions. Dans le cas de l'habitat du poisson, l'abondance/densité/présence-absence de saumons atlantiques juvéniles peut être modélisée en utilisant des histogrammes lissés représentant la disponibilité de profondeurs, vitesses, tailles du substrat et températures de l'eau représentant totalement l'habitat du poisson. De plus, la régression fonctionnelle traite naturellement les habitats hétérogènes qui présentent, par exemple, des distributions bimodales.

Pour tester l'approche proposée, plusieurs sites ont été étudiés sur deux rivières à saumon du Québec : La rivière Petite-Cascapédia (30 sites) et la rivière Sainte-Marguerite (27 sites). Pour chaque site, 30 parcelles ont été caractérisées et échantillonnées par pêche électrique pour les alevins et les tacons de saumon atlantique. Le modèle de régression fonctionnelle a par la suite été utilisé et comparé à deux approches classiques. Divers critères de performance ont montré une amélioration du pouvoir prédictif par le modèle fonctionnel ainsi qu'une amélioration de la transférabilité du modèle.

\* [jeremie.boudreault@ete.inrs.ca](mailto:jeremie.boudreault@ete.inrs.ca)  
[normand.bergeron@ete.inrs.ca](mailto:normand.bergeron@ete.inrs.ca)  
[andre.st-hilaire@ete.inrs.ca](mailto:andre.st-hilaire@ete.inrs.ca)

## Ontogenèse du microbiote du saumon atlantique élevé en pisciculture dans un contexte d'ensemencement

\*Camille Lavoie<sup>1,2</sup> et Nicolas Derome<sup>1,2</sup>

1. Département de biologie et Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

L'ensemencement en milieu naturel de juvéniles élevés en pisciculture est une méthode utilisée depuis de nombreuses années afin de surmonter le déclin démographique que connaissent les populations de saumon atlantique (*Salmo salar*) dans la Province de Québec. Toutefois, la survie des individus ensemencés demeure largement inférieure à celles des saumons nés en milieu naturel, malgré une génétique comparable. La forte acclimatation aux conditions de pisciculture et l'adaptation locale très marquée des populations naturelles seraient les principaux facteurs contribuant à ce faible succès. Or, l'étude de la flore bactérienne (le microbiote) pourrait contribuer à l'identification de nouvelles pistes pouvant optimiser les méthodes d'élevage actuelles, puisque ce dernier est en étroite relation avec le développement physiologique de l'hôte et contribue à la formation du système digestif et immunitaire. À cet égard, nous avons démontré que le microbiote des individus élevés en pisciculture est complètement différent de ceux nés en milieu naturel. Ces résultats nous ont mené à nous intéresser aux étapes de développement (ontogenèse) du microbiote lors de l'élevage en pisciculture afin de mieux comprendre les processus associés au transfert horizontal (via l'environnement) et vertical (via les géniteurs) des espèces bactériennes qui forment le microbiote des juvéniles.

En posant comme hypothèse que certaines bactéries provenant des géniteurs sont recrutées préférentiellement et que le microbiote évolue selon le stade du cycle de vie, les objectifs de cette étude sont **1)** de caractériser le microbiote des individus de saumon atlantique destinés à l'ensemencement à différents moments du développement et **2)** d'estimer l'impact des méthodes sanitaires utilisées en pisciculture sur le microbiote des juvéniles. Pour ce faire, nous avons évalué le microbiote sur des échantillons de cloaques, d'œufs verts, d'œufs oeillés, d'alevins vésiculés fraîchement éclos, d'alevins vésiculés deux semaines suivant l'éclosion et d'eau provenant du Laboratoire Régional de Sciences Aquatiques (LARSA) de l'Université Laval. Par une approche de « meta-barcoding » sur le gène ribosomique 16S bactérien, nous avons mis en évidence la forte contribution de l'environnement sur la formation du microbiote tout au long du développement. Également, nos résultats suggèrent que les méthodes sanitaires, telles que la décontamination des œufs à l'iodes, semblent estomper le transfert de bactéries parentales potentiellement bénéfiques pour l'hôte. Les analyses de diversité alpha et d'interactions montrent un microbiote homogène tout au long du développement, suggérant que le recrutement actif de bactéries s'amorcerait à un stade plus tardif du cycle de vie. Nos résultats confirment la contribution majeure de l'environnement sur le développement du microbiote et appuient les recommandations d'intégrer les notions d'écologie microbienne dans les méthodes de conservation actuelles. De futures études sont nécessaires afin d'évaluer la capacité des juvéniles à recruter des symbiotes bactériens provenant du milieu naturel *a priori* afin de favoriser leur introduction en rivière, en plus d'évaluer l'effet direct du microbiote sur la survie des individus ensemencés.

\* [camille.lavoie.7@ulaval.ca](mailto:camille.lavoie.7@ulaval.ca)  
[Nicolas.Derome@bio.ulaval.ca](mailto:Nicolas.Derome@bio.ulaval.ca)

## Modifications épigénétiques induites par l'élevage en pisciculture chez un saumon du Pacifique

\* Jérémy Le Luyer<sup>1,2</sup>, Martin Laporte<sup>1</sup>, Terry D. Beacham<sup>3</sup>, Karia H. Kaukinen<sup>3</sup>, Ruth E. Whithler<sup>3</sup>, Jong S. Leong<sup>4,5</sup>, Eric B. Rondeau<sup>4,5</sup>, Ben F. Koop<sup>4,5</sup>, Louis Bernatchez<sup>1,6</sup>

1. Département de biologie et Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. Centre Ifremer du Pacifique, UMR-241 Ecosystèmes Insulaires Océaniques, Institut Français pour l'Exploitation de la Mer, Tahiti, Polynésie Française
3. Pêches et Océans Canada, Pacific Biological Station, Nanaimo, BC
4. Centre for Biomedical Research, University of Victoria, Victoria, BC
5. Department of Biology, University of Victoria, Victoria, BC
6. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Les stocks de saumons du Pacifique ont subi un important déclin en abondance au cours du dernier centenaire. Afin d'augmenter leur abondance et de soutenir les pêcheries, des milliards de salmonidés d'écloserie sont relâchés chaque année. Cependant, les bénéfices relatifs à cette pratique sont débattus puisqu'une diminution de la valeur sélective des poissons nés en écloserie a été récemment observée. Une sélection à la domestication a été évoquée comme explication, mais d'autres mécanismes moléculaires ont aussi le potentiel d'expliquer cette perte de valeur sélective.

Nous avons donc testé l'hypothèse alternative d'une reprogrammation épigénétique induite par les conditions d'élevage en captivité. Nous avons comparé les patrons génomique et épigénomique (méthylation de l'ADN) entre deux paires de saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*; sauvages *versus* nés en écloserie) provenant de rivières géographiquement distantes. Une proportion significative des variations épigénétiques (8%) ont été expliquées par la rivière d'origine et par l'environnement d'élevage. En comparaison, l'environnement d'élevage n'explique aucune variation génétique. Les régions différenciellement méthylées entre individus sauvages et nés en écloserie montrent un enrichissement en fonctions biologiques qui ont le potentiel d'influencer la capacité de migrer en eau salée. Cette étude supporte l'idée qu'une modification de marques épigénétiques induite par l'élevage en captivité est un mécanisme qui explique la réduction de la valeur adaptative chez les saumons coho nés en écloserie.

\* [uni.mlaporte@gmail.com](mailto:uni.mlaporte@gmail.com)  
[jeremy.le.luyer@ifremer.fr](mailto:jeremy.le.luyer@ifremer.fr)  
[louis.bernatchez@bio.ulaval.ca](mailto:louis.bernatchez@bio.ulaval.ca)

## **Compteur à poisson automatique : Une perspective d'avenir pour les projets d'acquisition de connaissance sur le saumon atlantique**

\* **Maxime Guérard**<sup>1</sup> et Rosemarie Gagnon-Poiré<sup>2</sup>

1. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique
2. Fédération québécoise du saumon atlantique

Le compteur automatique à poisson est un outil de plus en plus utilisé à travers le monde pour le dénombrement des poissons en déplacement. En 2017, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA) ont procédé à un projet pilote visant à expérimenter un type de compteur automatique pour le dénombrement du saumon atlantique en montaison sur deux rivières, soit les rivières Matane (Bas-Saint-Laurent) et Petit-Saguenay (Saguenay-Lac-Saint-Jean). L'objectif de ce projet visait l'atteinte d'un des enjeux identifié dans le Plan de gestion du saumon atlantique au Québec 2016-2026, qui prévoit la consolidation et le développement du réseau de suivi des montaisons actuel, lequel contribue déjà à l'excellente renommé de la gestion du saumon au Québec grâce au dénombrement annuel de près d'une quarantaine de rivières par l'entremise de différentes méthodes traditionnelles (apnée, passe migratoire, barrière de comptage).

Sur la rivière Matane, la comparaison des données du compteur avec celles récoltées à la passe migratoire a permis de déterminer le niveau de précision de cet outil pour le dénombrement de saumon. Par ailleurs, le projet mené sur la rivière Petit-Saguenay a permis de non seulement acquérir des connaissances sur l'abondance du saumon, mais aussi sur l'utilisation de l'habitat par d'autres espèces. Ainsi, le compteur automatique s'avère être un outil présentant de belles perspectives d'avenir pour le suivi des populations de saumon au Québec, ainsi que pour des projets d'acquisition de connaissance et potentiellement le dénombrement des populations de truite de mer.

\* [Maxime.Guerard@mffp.gouv.qc.ca](mailto:Maxime.Guerard@mffp.gouv.qc.ca)  
[rgagnon-poire@fqsa.ca](mailto:rgagnon-poire@fqsa.ca)

## The International Year of Salmon / L'année internationale du saumon

\* Patricia Edwards<sup>1</sup>

1. Pêches et Océans Canada

The International Year of the Salmon (IYS) is an initiative that has been launched by the North Pacific Anadromous Fish Commission (NPAFC), the North Atlantic Salmon Conservation Organization (NASCO), and various other partners. The focal year of the IYS will be 2019, with projects and activities beginning in 2018, and continuing into 2023. The overall theme for the Year is 'Salmon and People in a Changing World'.

The IYS is an international framework for collaborative outreach and research designed to ensure salmon and their varied habitats are conserved and restored against the backdrop of increasing environmental variability. Through outreach efforts the IYS aims to create awareness and foster understanding of the issues facing salmon and their impact on the communities that benefit from the resource. It is also hoped that momentum from the IYS will stimulate an investment in research and leave a legacy of knowledge, data/information systems, tools, and a new generation of scientists better equipped to provide timely advice to inform the management of salmon.

Five broad scientific themes have been identified for the IY around which activity will be directed: Status of Salmon, Salmon in a Changing *Salmosphere*, New Frontiers, Human Dimensions, and Information Systems. A sixth theme, Outreach and Communication, stretches across, and will support, all of the scientific themes.

Planning has begun at both the International and National levels: to develop the IYS identity; to craft messages that can be used by partners; to organise outreach and launch activities as well as science symposia; and to identify signature science and research projects that might be initiated under the IYS. To-date the Canadian and eastern North-American IYS program remain 'under development' as partners on both sides of our border are meeting to determine a collaborative approach to the communication, outreach, and research efforts. While it will be important that all groups interested in participating in IYS share some key messages and central activities that encompass our geography it will be equally important that local and regional activities reflect their connection with salmon, their habitats, and the culture that surrounds them.

\* [patricia.edwards@dfo-mpo.gc.ca](mailto:patricia.edwards@dfo-mpo.gc.ca)

## Fine-scale population structure of Atlantic salmon within the Miramichi River.

\* **Kyle Wellband**<sup>1,2</sup>, Tommi Linnansaari<sup>2</sup>, Jake Elliott<sup>5</sup>, Allen Curry<sup>3</sup>, Louis Bernatchez<sup>1,4</sup>

1. Département de Biologie & Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. Canadian Rivers Institute and Department of Biology, University of New Brunswick
3. Canadian Rivers Institute, Faculty of Forestry and Environmental Management and Department of Biology, University of New Brunswick
4. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)
5. Cooke Aquaculture Inc.

Atlantic salmon are typically characterized by hierarchical population structure at multiple spatial scales. This structure presents a challenge for determining the appropriate scale for management as the monitoring of large index rivers may in fact represent a composite of salmon stocks, especially if potential within-river population structure has not been resolved.

The Miramichi River hosts the largest spawning run of Atlantic salmon in North America. Here, monitoring has been conducted separately for the two main branches of the river for 25 years despite little support for population structure. To resolve the genetic relationships between sub-basins for the improved management of Atlantic salmon in this system we applied a 50K SNP array to genotype 1+ parr from throughout the watershed. Consistent with previous work, we found weak overall population structure based on neutral SNPs and failed to find support for hierarchical structure determined by watershed landscape. In contrast, outlier variation identified important divergence for certain sub-basins that potentially reflected population structuring based on the timing of migration. The application of genomic analyses has revealed an important role for adaptive processes in structuring populations of Atlantic salmon in the Miramichi River. This knowledge will improve and guide future conservation and management activities.

\* [kyle.wellband.1@ulaval.ca](mailto:kyle.wellband.1@ulaval.ca)  
[louis.bernatchez@bio.ulaval.ca](mailto:louis.bernatchez@bio.ulaval.ca)

## Impacts des ensemencements sur les tailles effectives de populations d'ombles de fontaine

Philippine Gossieaux<sup>1</sup>, Louis Bernatchez<sup>2,4</sup>, Pascal Sirois<sup>3</sup>, Dany Garant<sup>1</sup>

1. Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke
2. Département de Biologie & Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval,
3. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, Laboratoire des sciences aquatiques, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi
4. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

La taille effective ( $N_e$ ) est une mesure de la taille génétique des populations et un paramètre crucial dans le domaine de la gestion de la faune étant donné qu'elle est fortement liée à la rétention de la diversité génétique dans le temps et/ou aux niveaux de consanguinité. De nombreuses populations de poissons exploitées sont ensemencées dans le but d'augmenter leur taille afin qu'elles puissent supporter un effort de pêche important. Cependant, la supplémentation de populations naturelles avec des individus d'élevage peut dans le même temps augmenter la taille census d'une population et en diminuer la taille effective (effet Ryman-Laikre).

Notre étude vise à mieux caractériser les impacts des ensemencements sur les populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) au Québec et à déterminer comment la relation entre  $N_e$  et ensemencements varie avec l'intensité de ces derniers (e.g. nombre d'évènements d'ensemencement, nombre de poissons ensemencés par hectare). En utilisant 54 populations, nous avons mis en évidence que les lacs ensemencés ont des  $N_e$  significativement plus faibles que les lacs non ensemencés, mais nous n'avons pas trouvé d'effet supplémentaire de l'intensité des ensemencements sur les  $N_e$  des lacs ensemencés. Nos résultats suggèrent que les ensemencements en tant que tels ont un effet négatif sur la  $N_e$  mais que des ensemencements intenses ne résultent pas nécessairement en des  $N_e$  plus faibles. De plus, nous n'avons pas détecté d'effet du nombre d'années depuis le dernier ensemencement sur la  $N_e$  ce qui suggère que l'arrêt des ensemencements n'a que peu d'effet sur les  $N_e$  des lacs supplémentés.

\* [Philippine.Gossieaux@USherbrooke.ca](mailto:Philippine.Gossieaux@USherbrooke.ca)  
[Dany.Garant@USherbrooke.ca](mailto:Dany.Garant@USherbrooke.ca)  
[louis.bernatchez@bio.ulaval.ca](mailto:louis.bernatchez@bio.ulaval.ca)  
[Pascal.Sirois@uqac.ca](mailto:Pascal.Sirois@uqac.ca)

## **Le projet MONITORISE: définition de réseaux de mesures optimisés en rivière et application au monitoring écologique de conservation des rivières sauvages**

\* **Anik Daigle**<sup>1,2,3</sup>, Arnaud Caudron<sup>4</sup>, Laure Vigier<sup>4</sup>, Hervé Pella<sup>5</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement
2. Cégep Garneau
3. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)
4. SCIMABIO-Interface
5. Irstea

Le programme Rivières sauvage (<http://www.rivieres-sauvages.fr/>) est une initiative citoyenne pour la préservation des dernières rivières françaises peu impactées par les activités humaines. À ce jour, 14 rivières françaises ont reçu le label « Site Rivières sauvage », et des travaux sont en cours pour étendre le programme à d'autres pays européens.

Le projet MONITORISE a pour objectif d'aider les gestionnaires des rivières labellisées à établir et/ou optimiser des réseaux de suivi de la qualité de l'eau de leur rivière. La conservation du caractère naturel d'une rivière implique notamment de détecter le plus rapidement possible toute perturbation à la qualité de l'eau, de façon à l'évaluer, à en identifier la source et à enclencher les actions nécessaires. Or, cet objectif comporte plusieurs défis, dont celui d'identifier les meilleurs endroits où positionner les stations de mesure. La stratégie adoptée vise à définir le réseau de mesure de sorte qu'il soit représentatif de toute la variabilité physiographique du bassin de la rivière. Une méthodologie en ce sens sera présentée, de même que son application sur le bassin de l'Artoise, rivière labellisée « Site Rivières sauvages » en 2016.

\* [anik.daigle@ete.inrs.ca](mailto:anik.daigle@ete.inrs.ca)  
[andre.st-hilaire@ete.inrs.ca](mailto:andre.st-hilaire@ete.inrs.ca)

## Les barrières thermiques en été améliorent-elles les opportunités de recherche de nourriture en hiver chez l'omble de fontaine lacustre ?

\* Marc Pépino<sup>1,2</sup> et Pierre Magnan<sup>1,2</sup>

1. Département de chimie-biologie, Université du Québec à Trois-Rivières
2. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Les températures élevées dans l'épilimnion des lacs dimictiques pendant l'été pourraient réduire considérablement l'utilisation de zones d'alimentation riches dans la zone littorale par des poissons sténothermes comme l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*. Bien que les ombles de fontaine puissent faire face à cette contrainte thermique par des comportements de thermorégulation, nous émettons l'hypothèse que les limitations d'accessibilité à la zone littorale pendant l'été amélioreraient les possibilités de recherche de nourriture pendant l'hiver. Nous avons utilisé la télémétrie acoustique dans un lac dimictique du bouclier canadien pour suivre des individus équipés d'émetteurs internes qui fournissent des données sur la température corporelle, la profondeur et le positionnement chaque minute. Nous avons constaté que l'utilisation de l'habitat est principalement limitée par la température en été : les individus se concentrent près de la partie centrale du lac (c.-à-d. la zone pélagique) ou entreprennent de courtes excursions vers la zone littorale. En hiver, la plupart des individus se déplacent vers des zones littorales inexploitées en été. Nos résultats suggèrent que les barrières thermiques créent des vagues de ressources (c.-à-d. des possibilités de nourriture ponctuelle qui changent dans l'espace et le temps) que les ombles de fontaine lacustres sont capables de suivre à travers les saisons.

### ***Do thermal barriers in summer enhance winter foraging opportunities in lacustrine brook charr?***

*Elevated temperatures in the epilimnion of dimictic lakes during summer could substantially reduce the use of rich feeding areas in the littoral zone by cold-stenothermic fish like brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Although brook charr could cope with this thermal constraint through thermoregulatory behaviours, we hypothesize that limitations on accessibility to the littoral zone during summer would enhance foraging opportunities during winter. We used acoustic telemetry in a dimictic Canadian Shield lake to track individuals equipped with internal transmitters that provide data on body temperature, depth, and positioning every minute. We found that habitat use is primarily constrained by temperature during summer: the individuals concentrate near the central part of the lake (i.e., the pelagic zone) or undertake short excursions to the littoral zone. In winter, most of the individuals shift to littoral areas that were unexploited during summer. Our results suggest that thermal barriers create resource waves (i.e., ephemeral foraging opportunities that change over space and time) that lacustrine brook charr are able to track across seasons.*

\* [marc.pepino@uqtr.ca](mailto:marc.pepino@uqtr.ca)  
[Pierre.Magnan@uqtr.ca](mailto:Pierre.Magnan@uqtr.ca)

## Un indice thermique de croissance potentielle du saumon juvénile

\* **Anik Daigle**<sup>1,2,3,4</sup>, Normand Bergeron<sup>1,3</sup>, André St-Hilaire<sup>1,3,4</sup>, Sébastien Ouellet-Proulx<sup>1,3,4</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement
2. Cégep Garneau
3. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)
4. Canadian Rivers Institute

La croissance du saumon atlantique juvénile est influencée par des facteurs divers, dont la qualité de l'habitat (température, force du courant, nature du substrat, profondeur), la disponibilité en nourriture et la densité de poissons. Parmi ces facteurs, la température est connue pour être particulièrement déterminante. Des études en laboratoire ont permis d'évaluer l'intervalle des températures dans lequel les saumons juvéniles se nourrissent et croissent, et des courbes de croissance fonction de la température ont été proposées.

Or, la température de l'eau est aussi une variable d'habitat particulièrement facile à caractériser dans l'espace et dans le temps. C'est ce qui nous a motivés à présenter un indice thermique de croissance potentielle intégrant les conditions thermiques de la rivière et la courbe de croissance du saumon atlantique juvénile. Cet indice, simple et intuitif, permet de contraster le potentiel de croissance de deux rivières de régimes thermiques différents, d'évaluer l'impact de la variabilité thermique interannuelle sur la croissance, de même que l'impact de la courbe de croissance elle-même sur l'évaluation de la croissance potentielle.

\* [anik.daigle@ete.inrs.ca](mailto:anik.daigle@ete.inrs.ca)  
[andre.st-hilaire@ete.inrs.ca](mailto:andre.st-hilaire@ete.inrs.ca)  
[normand.bergeron@ete.inrs.ca](mailto:normand.bergeron@ete.inrs.ca)  
[Sebastien.Ouellet-Proulx@ete.inrs.ca](mailto:Sebastien.Ouellet-Proulx@ete.inrs.ca)

## Importance de la température de l'eau pour la croissance du saumon atlantique juvénile.

\***Sébastien Ouellet-Proulx**<sup>1, 2, 3</sup>, Carole-Anne Gillis<sup>2, 4</sup>, Marie Clément<sup>5</sup>, Tommi Linnansaari<sup>3, 6</sup>, Anik Daigle<sup>1, 2, 3, 7</sup>, André-St-Hilaire<sup>1, 2, 3</sup>, Normand Bergeron<sup>1, 2</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre et Environnement
2. Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique
3. Canadian Rivers Institute
4. Conseil de Gestion du Bassin Versant de la Rivière Restigouche
5. Memorial University, Newfoundland
6. Department of Biology, University of New Brunswick
7. Cégep Garneau

La température de l'eau en rivière exerce un contrôle majeur sur la distribution géographique du saumon atlantique. Elle influence sa croissance et sa survie à tous les stades de vie juvéniles. Dans un contexte de changement climatique, l'augmentation de la température de l'eau prévue risque d'intensifier les épisodes de stress thermique dans la partie sud de sa distribution tout en suscitant des conditions thermiques plus favorables à sa frange nord.

Le projet vise à étudier les relations entre la température de l'eau en rivière et la croissance du saumon atlantique juvénile dans l'est du Canada. Son objectif spécifique est le développement de relations empiriques fiables entre la température de l'eau et la taille à l'âge des saumons juvéniles. Pour ce faire, le potentiel prédictif de différentes statistiques de température de l'eau, dont un indice thermique de croissance potentiel en développement, a été examiné. Dans le contexte collaboratif du *Plan conjoint de recherche sur le saumon atlantique*, des pêches électriques ont été effectuées sur cinq bassins versants de l'est du Canada (Québec, Nouveau Brunswick et Terre-Neuve-Labrador). Des données de températures de l'eau ont été mesurées à toutes les 15 minutes à tous les sites pêchés. Les résultats préliminaires démontrent le fort potentiel de l'indice thermique de croissance potentiel, lorsque comparé aux autres statistiques testées, pour expliquer la taille des jeunes de l'année à la fin de la première année de croissance.

\* [Sebastien.Ouellet-Proulx@ete.inrs.ca](mailto:Sebastien.Ouellet-Proulx@ete.inrs.ca)  
[andre.st-hilaire@ete.inrs.ca](mailto:andre.st-hilaire@ete.inrs.ca)  
[normand.bergeron@ete.inrs.ca](mailto:normand.bergeron@ete.inrs.ca)  
[anik.daigle@ete.inrs.ca](mailto:anik.daigle@ete.inrs.ca)

## Travaux sur l'estimation de la température de l'eau en rivière sur les bassins versants de la Restigouche et de la Gaspésie

\* **André St-Hilaire**<sup>1,2,3</sup> et Claudine Boyer<sup>1,2</sup>

1. Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre et Environnement
2. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)
3. Canadian Rivers Institute

L'objectif principal du projet est de décrire une méthode permettant de définir des régions thermiquement homogènes et d'utiliser des méthodes de régression pour estimer les températures des rivières à des sites non instrumentés à l'échelle des rivières à saumon d'une grande région du Québec, ce qui favoriserait l'optimisation du réseau de suivi de base.

Dans un premier temps, une analyse de la relation entre les températures de l'air et de l'eau ont été réalisés sur une trentaine de stations de suivi de la température de l'eau situées sur les bassins versants des rivières Cascapédia, Madeleine, Matane, Restigouche et York. L'analyse de la sensibilité vise à distinguer, s'il y a lieu, les rivières ou les sections de rivières où la réponse thermique est étroitement liée aux fluctuations de l'air et celles où la réponse thermique est modulée fortement par certaines variables intrinsèques du milieu. Pour ce faire, la pente et l'intensité des relations Tair-Teau pour chaque station sont comparées à l'aide d'une analyse de covariance (Ancova). Pour identifier les variables physiques qui caractérisent le mieux la variabilité intrinsèque des bassins versants, une analyse en composante principale (ACP) est appliquée.

Par la suite, deux modèles de régression ont été comparés afin d'estimer les températures de l'eau d'une station à partir des autres stations du même groupe et possiblement de la température de l'air. La régression ridge et la régression LASSO ont été appliquées à l'ensemble des stations. La supériorité de cette dernière a été établie en comparant les biais et les RMSE obtenus et en tenant compte de la parcimonie.

\* [andre.st-hilaire@ete.inrs.ca](mailto:andre.st-hilaire@ete.inrs.ca)  
[Claudine.Boyer@ete.inrs.ca](mailto:Claudine.Boyer@ete.inrs.ca)

**NOTES**

**NOTES**

**NOTES**

