

22^{ème} colloque annuel



Centre interuniversitaire
de recherche sur
le saumon atlantique

Progrès récents dans les travaux de recherche du CIRSA

8 – 9 mai 2019

**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

Site internet CIRSA : cirsa-saumon.ca

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

Mercredi 8 mai 2019

10h00 - 10h10	<i>Mot de bienvenue</i>
10h10 - 10h30	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 Maxime Guérard (<i>MFFP</i>).....Page 5 Présentation annulée et remplacée par : Interactions entre le bar rayé et le saumon atlantique: état de la situation au Québec Michel Legault (<i>MFFP</i>) –Résumé non disponible dans ce recueil
10h30 - 10h50	Variation génomique et structurale chez le saumon atlantique: Implications pour l’adaptation locale et la gestion Kyle Wellband , Claire Mérot, Tommi Linnansaari, Jake Elliot, Allen Curry, Louis Bernatchez.....Page 6
10h50 - 11h200	<i>Pause-café</i>
11h20 - 11h40	Implications of rearing density on size-at-age of juvenile Atlantic salmon: a case study from the Riviere Sainte Marguerite-Nord Est Danielle Frechette et Normand BergeronPage 7
11h40 - 12h00	Comment naître en pisciculture influence le microbiote du saumon atlantique après son introduction en milieu naturel? Camille Lavoie , Nicolas DeromePage 8
	<i>Dîner</i>
14h00 - 14h20	Acquisition de connaissance sur les populations de saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) du Nunavik Laurie Beaupré et Julien April (<i>MFFP</i>).....Page 9
14h20 - 14h40	Connaissances locales sur l’omble chevalier au Nunavik Mikhaela Neelin , Mark O’Connor et Murray HumphriesPage 10
14h40 - 15h00	Réduction de la mortalité due à la furonculose (<i>Aeromonas salmonicida</i>) chez l’omble de fontaine à l’aide de traitements probiotiques Jeff Gauthier , Stéphanie Rouleau-Breton, Hélène Marquis, Steve J. Charette et Nicolas Derome.....Page 11
15h00 - 15h30	<i>Pause-café</i>
15h30 - 15h50	Comparaison de la toxicité des pétroles bitumineux et conventionnels chez deux espèces de salmonidés canadiens en développement. Roxanne Bérubé , Gauthier C., Bourdin T., Lefebvre-Raine M., Langlois VS. et Patrice CouturePage 12
15h50 - 16h10	Conséquences desensemencements sur le paysage génomique de l’omble de fontaine (<i>Salvelinus fontinalis</i>) Maëva Leitwein , Hugo Cayuela, Anne-Laure Ferchaud, Eric Normandeau et Louis Bernatchez.....Page 13

16h10 - 16h30	Touladi ou omble de fontaine, qui porte le plus gros fardeau ? Anne-Laure Ferchaud et Louis Bernatchez.....	Page 14
16h30 - 16h50	Modifications épigénomiques induites par les conditions d'élevage chez le saumon du Pacifique Maëva Leitwein ; Martin Laporte; J. Leluyer; K. Mohns; R. Withler et Louis Bernatchez...	Page 15

Fin des présentations de la première journée

Réception (5 à 7) à partir de 17 heures le 8 mai
Hall, Pavillon La Laurentienne

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

Jeudi 9 mai 2019

09h00 - 09h20	Un modèle commun pour les régimes thermiques des rivières québécoises. Anik Daigle , Claudine Boyer, André St-Hilaire.....	Page 16
9h20 - 9h40	Assessment of groundwater contribution to rivers in terms of water quantity, quality and temperature Milad Fakhari , Jasmin Raymond, Richard Martel.....	Page 17
9h40 - 10h00	Modélisation déterministe et scénarios de régimes hydrologique et thermique sur la rivière Wilmot, IPE Christian Charron, André St-Hilaire , Taha B. M. J. Ouarda	Page 18
10:00 - 10:20	Évaluation de l'effet de la température d'une rivière sur le succès reproducteur du saumon atlantique (<i>Salmo salar</i> , L.) remis à l'eau Raphaël Bouchard , Julien April et Louis Bernatchez.....	Page 19
10h20 - 10h50	<i>Pause-café</i>	
10h50- 11h10	Décrypter la niche thermique du touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>) par une technique à haute résolution de thermométrie des isotopes stables d'oxygène ($\delta^{18}O$) de l'otolithe Olivier Morissette , Louis Bernatchez, Michael Wiendenbeck, Pascal Sirois	Page 20
11h10 - 11h30	Caractérisation des variables abiotiques et de l'hydrodynamique des frayères de touladi du lac Témiscouata Victor Duchesne , André St-Hilaire, Yves Gratton	page 21
11h30 - 11h50	L'indice thermique de croissance potentielle du saumon juvénile à l'échelle du bassin versant. Anik Daigle , Normand Bergeron, André St-Hilaire	Page 22
11h50 - 12h10	Effet de la température de l'eau sur la croissance journalière du saumon atlantique juvénile Normand Bergeron , Sébastien Ouellet-Proulx, Pascal Sirois, Carole-Anne Gillis, Tommi Linaansaari, Anik Daigle, André-St-Hilaire	Page 23
12h10 - 12h20	<i>Annnonce des récipiendaires d'une bourse de la Fondation de la faune du Québec pour les meilleures présentations étudiantes ou postdoctorales</i>	

Mot de clôture

PRÉSENTATION ANNULÉE

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 April¹ et Maxime Guérard¹

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 trois 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 45 %, ce qui favorise grandement la pérennité des populations. Pour cette même période, la fréquentation des rivières a augmenté de 4 %, ce qui indique que l'industrie de la pêche au saumon demeure très vigoureuse.

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 abordent notamment les sujets suivants :

- La survie en mer et en rivière;
- Les interactions entre le saumon atlantique et le bar rayé;
- Lesensemencements;
- L'impact de la pêche en condition d'eau chaude;
- L'ADN environnemental.

* Julien.April@mffp.gouv.qc.ca

* Maxime.Guerard@mffp.gouv.qc.ca

REPLACÉE PAR

Interactions entre le bar rayé et le saumon atlantique: état de la situation au Québec

*Michel Legault¹

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

* Michel.Legault@mffp.gouv.qc.ca

RÉSUMÉ NON DISPONIBLE (remplacement de dernière minute)

Variation génomique et structurale chez le saumon atlantique: Implications pour l'adaptation locale et la gestion

***Kyle Wellband**^{1,2}, Claire Mérot², Tommi Linnansaari¹, Jake Elliot⁵, R. Allen Curry³, Louis Bernatchez^{2,4}

1. Canadian Rivers Institute and Department of Biology, University of New Brunswick
2. Département de Biologie & Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
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.

L'adaptation locale peut théoriquement être facilitée par des variations structurales telles les fusions chromosomiques, mais les exemples empiriques de ce phénomène sont rares. Plusieurs fusions chromosomiques ont été rapportées chez le saumon atlantique en Amérique du nord, cependant nous ignorons leur distribution et le niveau de polymorphisme dans les populations sauvages.

Afin de mieux comprendre dans quelle mesure les fusions chromosomiques peuvent contribuer à l'adaptation locale, nous avons génotypé 728 juvéniles de saumon atlantique provenant de 15 sites de la rivière Miramichi sur une puce de 50K SNPs.

Comme attendu, la structure des populations est très faible dans cette rivière (F_{ST} global = 0.004) au niveau de l'ensemble du génome. Cependant, nous avons identifié une fusion polymorphe entre les chromosomes 8 et 29 et réalisé la première caractérisation génomique de cette fusion. La région fusionnée présente un déséquilibre de liaison plus élevé que le reste du génome, une hétérozygotie inférieure chez l'homokaryote fusionné, et une forte divergence entre les deux homokaryotes. La structure des populations basée sur la fusion est cinq fois plus forte que la structure basée sur les locus neutres ($F_{ST} = 0.019$). De plus, les fréquences de l'homokaryote fusionné varient entre les sites échantillonnés, corrélant avec les précipitations estivales, impliquant que la fusion est possiblement impliquée dans l'adaptation locale. Nos résultats suggèrent que les processus adaptatifs jouent un rôle plus important que les processus démographiques dans la structure des populations de saumon atlantique de la rivière

* kyle.wellband.1@ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Implications of rearing density on size-at-age of juvenile Atlantic salmon: a case study from the Rivière Sainte Marguerite-Nord Est

* **Danielle Frechette**^{1,2} et Normand Bergeron^{1,2}

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

Density-dependent effects on growth and survival during freshwater rearing is well documented in salmonid species. Release from the effects of density-dependent growth can increase growth rates, creating greater niche separation and reduced competition among cohorts. Faster growth rates may enable salmon parr to attain size thresholds for smoltification at younger ages, further reducing inter-cohort competition while reducing the time that juveniles are subject to sources of in-river mortality. The concept of density-dependent effects on growth and survival provides the rationale for a population enhancement strategy on the Sainte-Marguerite River in Quebec. Between 2014 and 2016, a subset of returning adult salmon were captured at river kilometer 7 and transported upstream of a pair of impassible waterfalls. The objective of our study was to assess whether the transport program succeeded in reducing adult spawning density and produced expected: (1) increase in size-at-age, (2) habitat shifts, and (3) reduced age at smolt outmigration.

We compared density of adults and redds in the river sectors upstream and downstream of the impassible falls via acoustic telemetry and spawning ground surveys during 2015 and 2016. We conducted electro-fishing at identified spawning sites toward the end of the summer growth period during 2016 and 2017 to compare juvenile density, size-at-age, and habitat use and conducted smolt trapping during 2017 and 2018 to compare age at outmigration between the two river sectors. Redd and juvenile densities were greater in the downstream sector than in the upstream sector during both years. Age analysis is in progress for smolts captured during 2018, however, smolts emigrated from the upstream habitat at age-2+ during 2017, whereas long-term trends indicate that the majority of smolts in this system emigrate at age-3+. It is therefore evident that the transport program on the Sainte-Marguerite River has succeeded in reducing juvenile rearing densities with subsequent effects on size-age and age-at-outmigration.

* danielle.frechette@ete.inrs.ca
normand.bergeron@ete.inrs.ca

Comment naître en pisciculture influence le microbiote du saumon atlantique après son introduction en milieu naturel ?

*Camille Lavoie^{1,2} et Nicolas Derome^{1,2}

1. Département de biologie et Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval

2. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Au Québec, les populations de saumon atlantique (*Salmo salar*) font face à un déclin sans précédent depuis les deux dernières décennies. Pour y remédier, les instances gouvernementales font appel à plusieurs mesures de remédiation, dont l'ensemencement. Plusieurs hypothèses ont été émises afin de comprendre le faible taux de survie des individus ensemencés, dont les interactions hôtes-microbiote. L'étude du microbiote devient pertinente puisque le microbiote joue un rôle majeur sur la physiologie et le métabolisme des Vertébrés. De plus, il a été démontré qu'avant l'ensemencement, les saumons élevés en pisciculture abritent dans leurs intestins des bactéries différentes de celles retrouvées chez les saumons sauvages au même stade de vie. Toutefois, peu d'études ont documenté l'effet d'un changement d'environnement sur la composition du microbiote à long terme.

En posant l'hypothèse selon laquelle l'environnement d'origine influence le microbiote suite à un changement d'environnement, nous avons comparé le microbiote des individus ensemencés et sauvages issus de la même population génétique. Suite à la récolte du mucus cutané et à la dissection des intestins de saumons sauvages et ensemencés provenant de la rivière Puyjalon, nous avons procédé au séquençage et à la caractérisation des communautés microbiennes des différents compartiments (profil taxonomique, diversité, structure et profil fonctionnel).

Les résultats montrent que les poissons ensemencés conservent un microbiote intestinal différent des poissons sauvages, même plusieurs mois après avoir été introduits en milieu naturel. En plus d'une différence significative en termes de composition taxonomique, l'inférence fonctionnelle du profil bactérien montre des distinctions entre les deux groupes étudiés. De tels résultats suggèrent que la physiologie des individus ensemencés pourrait également être affectée par ces différences, pouvant expliquer une partie du faible succès des méthodes d'ensemencement actuelles. Les résultats obtenus pourraient d'ailleurs être pris en compte pour les méthodes de conservation. En effet, sachant que le microbiote est étroitement lié à la physiologie, il devient très pertinent d'envisager l'implémentation des notions d'écologie microbienne dans les pratiques de restauration des populations naturelles dans le but d'assurer une meilleure survie des individus ensemencés.

* camille.lavoie.7@ulaval.ca
Nicolas.Derome@bio.ulaval.ca

Acquisition de connaissance sur les populations de saumon atlantique (*Salmo salar*) du Nunavik

* **Laurie Beaupré**¹ et **Julien April**²

1. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Nord-du-Québec
2. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique

Les rivières qui se jettent dans la baie d'Ungava, au Nunavik, abritent des populations de saumon atlantique et celles-ci sont situées dans la limite la plus nordique de son aire de répartition en Amérique du Nord. Ces populations sont prisées par les pêcheurs sportifs en plus d'avoir une grande valeur traditionnelle pour les Inuits. Cependant, le Nunavik étant un territoire vaste et difficilement accessible, il existe encore d'importantes lacunes dans les connaissances sur ces populations que le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) tente de combler, en partenariat avec les organisations locales, par le biais de différents projets de recherche. L'un de ces projets vise à mieux comprendre l'histoire de la vie du saumon atlantique dans la baie d'Ungava en analysant les écailles de saumons atlantiques capturés par les pêcheurs sportifs depuis 1990.

L'objectif de ce projet est de mieux comprendre les différentes histoires de vie retrouvées dans ces rivières, en particulier dans la rivière Koksoak, où l'on retrouve des ouananiches et des saumons marins, estuariens et à croissance mixte, et de documenter l'évolution de ces stratégies migratoires dans le temps. La répartition de l'espèce est également étudiée afin de mieux protéger les habitats du saumon, d'adapter la réglementation et de documenter les changements potentiels pouvant survenir avec les changements climatiques.

Des campagnes de pêche électrique ont été menées dans de nombreux affluents de la rivière Koksoak, nous fournissant des informations sur la répartition des espèces ichthyenne et la productivité de l'habitat. Ces campagnes d'échantillonnage ont révélé la présence de saumons atlantiques anadromes (identifiés comme tels par des analyses microchimiques des otolithes sur des tacons échantillonnés) à environ 80 km au-delà de la limite amont établie précédemment dans la littérature. Le principal défi reste toutefois d'établir une estimation de la taille et de la structure de ces populations. Des efforts ont été déployés à cet effet à l'été 2018 avec l'installation d'une barrière de comptage dans la rivière Aux Mélézes, dans laquelle 3642 poissons, de 9 espèces différentes dont le saumon atlantique, ont été dénombrés.

* Laurie.Beaupre@mffp.gouv.qc.ca
Julien.April@mffp.gouv.qc.ca

Connaissances locales sur l'omble chevalier au Nunavik

* **Mikhaela Neelin**¹, Mark O'Connor² et Murray Humphries¹

1. Université McGill
2. La Société Makivik

Au Nunavik, l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) contribue grandement à l'alimentation traditionnelle, à l'économie de subsistance et au tourisme. Les barrières physiques dans les cours d'eau, engendrées par divers facteurs environnementaux, peuvent limiter le mouvement de l'omble chevalier anadrome. Ces barrières peuvent avoir des effets néfastes sur leur migration, leur fraie, leur croissance et leur abondance.

Dans le cadre d'un stage avec la Société Makivik, nous avons utilisé une approche participative, visant à mieux caractériser le problème, l'éventail des causes et leurs solutions potentielles selon les communautés du Nunavik. Les habitants locaux sont bien au fait des défis rencontrés par les populations d'omble chevalier et apportent souvent une vision différente de celle des recherches conventionnelles. Les barrières physiques comprenant les barrages de castors, les bancs de sable et la réduction du niveau des rivières sont parmi les préoccupations les plus souvent soulevées par les chasseurs et les pêcheurs locaux. De plus, les répondants ont exprimé des inquiétudes à propos de nouvelles espèces, comme l'ours noir et le meunier rouge, dont la présence pourrait avoir des effets nuisibles sur les populations d'omble chevalier du Nunavik. Les défis rencontrés semblent s'intensifier avec les changements climatiques et pourraient devenir problématiques pour la préservation des espèces et l'alimentation traditionnelle au Nunavik.

* mikhaela.neelin@mail.mcgill.ca

Réduction de la mortalité due à la furonculose (*Aeromonas salmonicida*) chez l'omble de fontaine à l'aide de traitements probiotiques

***Jeff Gauthier**¹, Stéphanie Rouleau-Breton¹, Hélène Marquis², Steve J. Charette¹ et Nicolas Derome^{1,3}

1. Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. College of Veterinary Medicine, Cornell University, Ithaca, USA
3. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

L'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est un salmonidé représentant plus de 60 % de la production piscicole du Québec. Cependant, d'importantes pertes sont causées annuellement par *Aeromonas salmonicida*. Cet agent pathogène cause une septicémie aiguë pouvant décimer jusqu'à 90% d'un lot en moins de sept jours. Les outils thérapeutiques actuellement disponibles sont de plus en plus restreints. D'une part, le seul vaccin par immersion disponible au Canada contre la furonculose a été discontinué sans produit de substitution. D'autre part, les isolats cliniques récents d'*A. salmonicida* au Québec ont démontré une capacité de résister à tous les antibiotiques homologués au Canada pour le traitement la furonculose. L'industrie aquacole a donc un besoin urgent d'outils thérapeutiques alternatifs et durables.

Le probiotique commercial Bactocell (*Pediococcus acidilactici* MA18/5M) et un probiotique endogène du microbiote de l'omble de fontaine capable d'inhiber *A. salmonicida* (TM18) ont été administrés quotidiennement à des ombles de fontaine juvéniles (âge 0+) infectés par *A. salmonicida* via injection intrapéritonéale. Les ombles ayant reçu ces deux probiotiques ont vu respectivement leur taux de mortalité chuter de moitié, et ce, 35 jours après l'infection. De plus, chez les ombles traités avec Bactocell et TM18, l'activité antimicrobienne du plasma sanguin a doublé et le gain de biomasse a augmenté de 10 à 20 %. Les probiotiques TM18 et Bactocell montrent un fort potentiel en tant qu'outils thérapeutiques contre la furonculose chez l'omble de fontaine d'élevage en plus de stimuler la réponse immunitaire et la croissance.

* jeff.gauthier.1@ulaval.ca
Nicolas.Derome@bio.ulaval.ca
Steve.Charette@bcm.ulaval.ca

Comparaison de la toxicité des pétroles bitumineux et conventionnels chez deux espèces de salmonidés canadiens en développement.

* **Roxanne Bérubé**¹, Gauthier C.¹, Bourdin T.^{1,2}, Lefebvre-Raine M.^{1,3}, Langlois VS.¹, et Patrice Couture¹

1. Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre et Environnement
2. Université de Montpellier, Faculté de pharmacie, UFR Pharmacie, France
3. Université d'Angers, Faculté des sciences, France

Au Canada, la production de pétrole est en constante augmentation, principalement dû à l'exploitation des sables bitumineux de l'Alberta. Les pétroles bitumineux sont visqueux et denses, donc ils doivent être dilués avec différents composés, dont des hydrocarbures légers, qui facilitent leur transport par oléoduc. De ce fait, les pétroles bitumineux dilués (dilbits) possèdent des caractéristiques chimiques différentes des pétroles conventionnels. Ces derniers ont été l'objet de différentes études de toxicité, cependant peu d'information est disponible sur la toxicité des dilbits sur les espèces d'eau douce du Canada.

Dans le cadre de ce projet, les impacts d'une exposition à un dilbit et à un pétrole conventionnel seront évalués chez la truite arc-en-ciel et le saumon atlantique durant les premiers stades du développement. Des expositions chroniques ont été réalisées à différents moments lors des stades embryonnaires ou larvaires. Le milieu d'exposition a été préparé en mélangeant le pétrole et l'eau (1 :9) par agitation mécanique, pour l'obtention d'eau contaminée par les fractions solubles des pétroles (WAF : *water accommodated fraction*). Le WAF a été dilué en une gamme de concentrations allant de 0 à 32 % de WAF. À la suite des expositions, les taux de croissance et de mortalité ont été calculés. Certains individus ont été photographiés pour l'observation des malformations et du développement. Afin d'observer les effets sous létaux des expositions, l'activité enzymatique et l'expression génique de deux enzymes de détoxication, CYP1A et GST, ont été mesurées.

Les résultats préliminaires obtenus chez les deux espèces à l'étude démontrent que le développement des embryons est affecté par les expositions aux deux types de pétroles et que le taux de mortalité augmente en fonction de la concentration d'hydrocarbures dans les milieux d'exposition. Les deux espèces semblent démontrer une sensibilité similaire aux deux pétroles. Enfin, les données de l'expérience sur les truites arc-en-ciel montrent que l'activité de CYP1A augmente avec la concentration d'hydrocarbures du milieu d'exposition et retourne au niveau de base après une remise en eau propre. Ce résultat suggère que CYP1A est un biomarqueur d'exposition efficace pour la truite arc-en-ciel. Des analyses similaires seront faites chez le saumon atlantique, permettant de comparer et mieux comprendre les impacts des expositions chez les deux espèces de salmonidés. Globalement, ces analyses permettront de mettre en place des stratégies de protection des salmonidés du Canada, face aux déversements possibles de dilbits par les oléoducs.

* Roxanne.Berube@ete.inrs.ca

Conséquences des ensemencements sur le paysage génomique de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)

* **Maëva Leitwein**¹, Hugo Cayuela¹, Anne-Laure Ferchaud¹, Eric Normandeau¹ and Louis Bernatchez^{1,2}

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

De nombreuses populations de poissons à fort intérêt socio-économique montrent une baisse importante de leur productivité due à la surexploitation et aux conditions environnementales changeantes. Pour contrer cela, des programmes d'ensemencements avec des individus de piscicultures ont été mis en place à l'échelle mondiale. Cependant, de nombreuses études révèlent maintenant de multiples effets néfastes de ces repeuplements sur les populations sauvages et soulèvent des questions sur les fondements de ces pratiques. Chez l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*, des décennies d'ensemencements ont abouti à de nombreuses interactions génétiques entre populations sauvages et souches domestiques introduites. Cependant, les conséquences évolutives des échanges génétiques entre poissons ensemencés et sauvages n'ont pas encore été évaluées à l'échelle du génome entier.

Dans cette étude, nous avons identifié les régions génomiques des poissons domestiques étant plus fortement introgressées (i.e. intégrés dans le génome des poissons sauvages) ou au contraire moins introgressées par rapport à la moyenne du génome. Les excès d'introgression peuvent résulter d'effet de vigueur hybride et/ou de l'introgression d'allèles adaptatifs. À l'inverse les déficits d'introgression, c.-à-d. des régions génomiques résistantes au flux de gènes, peuvent résulter d'une dépression d'hybridation et/ou d'une sélection négative contre de l'introgression d'allèles délétères. Pour cela, nous avons utilisé 29 populations provenant de lacs pour lesquels l'historique des repeuplements est bien connu. Afin de décrire le paysage génomique de l'ancestralité domestique, nous avons utilisé en moyenne par population $33\,207 \pm 2870$ SNPs ancrés sur le génome de référence de l'omble chevalier. Grâce au nombre, à la longueur et à la distribution des haplotypes domestiques introgressés, nous pouvons distinguer les hybrides récents des hybrides tardifs au sein de chaque population. Ainsi la compréhension des conséquences évolutives d'une introduction récente tend à nous informer sur les effets à long terme de l'introgression d'allèles domestiques, ce qui présente un intérêt majeur pour la gestion d'espèces fortement exploitées comme les salmonidés.

* maeva.leitwein@gmail.com
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Touladi ou omble de fontaine, qui porte le plus gros fardeau ?

* **Anne-Laure Ferchaud**¹ et Louis Bernatchez^{1,2}

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

La capacité d'adaptation d'une population à répondre aux changements environnementaux réside principalement dans sa variabilité génétique. Beaucoup d'études ont porté attention à l'accumulation de mutations bénéfiques (*via* le processus d'adaptation) or de nombreuses espèces arborent également des mutations délétères qui n'ont pas été éliminées par la sélection. D'un point de vue théorique, dans le cas de petites populations, la variabilité génétique est réduite, la sélection a alors moins de chance d'agir et d'effacer les allèles délétères qui s'accumulent dans le génome. Cette question a été très peu étudiée de façon empirique et encore moins pour des espèces exploitées.

À partir de données de génotypage par séquençage, nous avons évalué l'accumulation de mutations potentiellement bénéfiques et délétères au sein de populations naturelles de deux espèces à forts intérêts socio-récréo-économiques dans la province du Québec, le touladi (populations lacustres) et l'omble de fontaine (populations lacustres, de rivière et anadromes). Les populations lacustres de ces deux espèces de salmonidés sont sujettes à la mal-adaptation car ce sont souvent de petites populations dans des plans d'eau isolés les uns des autres, favorisant la consanguinité. Il apparaît ainsi important d'évaluer le fardeau génétique que portent ces populations afin d'optimiser les protocoles de gestion et de sauvetage génétique si nécessaire.

Malgré une variabilité génétique réduite (et positivement corrélée à la taille du lac chez le touladi), des patrons d'adaptation locale (liés à la température notamment) sont détectés chez les deux salmonidés. D'autre part, des mutations potentiellement délétères ont été détectées dans les 2 espèces mais en plus grande proportion chez le touladi que chez l'omble de fontaine (60 *versus* 40 % des mutations non-synonymes). Chez l'omble de fontaine les mutations délétères s'accumulent plus dans les populations lacustres qu'en rivière ou que dans les populations anadromes. Ce résultat appuie le fait que l'on trouve une plus grande variabilité génétique dans les rivières et les populations anadromes comparativement aux populations de lac et suggère l'importance de l'apport de migrants pour purger les mutations néfastes. Également, chez le touladi, la pratique d'ensemencement (qu'on peut assimiler à un apport de migrants) tend à augmenter la variabilité génétique globale et à diminuer l'accumulation de mutations potentiellement délétères. Nous discutons les implications de ces résultats dans la gestion de ces espèces, notamment la pertinence de l'identification conjointe de l'adaptation et de la mal-adaptation afin d'optimiser les pratiques d'ensemencement ou de sauvetage génétique.

[*annelaureferchaud@gmail.com](mailto:annelaureferchaud@gmail.com)
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Modifications épigénomiques induites par les conditions d'élevage chez le saumon du Pacifique

* **Maëva Leitwein**¹; Martin Laporte¹; J. Leluyer²; K. Mohns³; R. Withler³ et Louis Bernatchez^{1,4}

1. Département de Biologie & 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 Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Le saumon Coho du Pacifique (*Oncorhynchus kisutch*) est une espèce à fort intérêt socio-économique et très prisée pour la pêche récréative et commerciale. Cependant, la forte pression anthropique exercée sur cette espèce a conduit à une importante diminution des stocks. Afin de préserver les populations du déclin engendré et de supporter les pêcheries, de nombreuses écloseries se sont développées et déversent à présent des milliards de salmonidés chaque année dans la nature. Bien que les individus d'écloserie relâchés présentent un patrimoine génétique similaire à celui des individus sauvages, leur valeur sélective est moindre. Il a été récemment mis en évidence sur des juvéniles, que l'environnement de vie des individus lors des premiers stades de développement impactait l'épigénome des individus; pouvant potentiellement expliquer la moins bonne reproduction et survie des individus nés en piscicultures.

Afin de supporter l'effet de l'environnement de vie lors des premiers stades de développement sur la valeur sélective au stade adulte, nous avons comparé les profils épigénomiques (méthylation de l'ADN) d'individus adultes nés en pisciculture et en milieu naturel pour deux rivières géographiquement distantes de la Colombie Britannique. À l'échelle de l'épigénome individuel, nous avons pu mettre en évidence que les variations épigénomiques étaient expliquées par la rivière d'origine et le sexe (6,5% et 4,2%, respectivement). Cependant, à plus fine échelle, i.e. épi-chromosomique et locale, nous avons pu identifier un effet de l'environnement de vie des individus sur les profils de méthylations des individus. Nous avons pu identifier 67 régions différentiellement méthylées (DMRs) et communes aux deux systèmes entre individus nés en pisciculture et nés en milieu naturel. De plus, 26 de ces régions différentiellement méthylées se retrouvent dans les régions génomiques identifiées pour les individus juvéniles de saumon ($\pm 5\text{Mb}$; $P < 0.001$), et cela malgré une croissance commune en milieu marin. Les régions d'intérêt mises en évidence sont également impliquées dans des fonctions biologiques pouvant influencer la valeur sélective des individus (e.g. maturation, développement du cerveau et performance de nage). Cette étude est une des toutes premières à supporter l'idée que les facteurs épigénomiques induits par l'environnement de vie au stade juvénile peuvent avoir un impact sur la valeur sélective des individus à l'âge adulte.

* maeva.leitwein@gmail.com
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca

Un modèle commun pour les régimes thermiques des rivières québécoises.

*Anik Daigle^{1,2,3,4}, Claudine Boyer^{2,3}, André St-Hilaire^{2,3,4}

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

La quantité et la disponibilité des données de température des rivières ont connu une importante progression au cours de la dernière décennie avec, notamment, l'avènement des réseaux américains NorEaST (<https://ccviewer.wim.usgs.gov/noreast>) et NorWeST (<https://www.fs.fed.us/rm/boise/AWAE/projects/NorWeST.html>). De notre côté de la frontière, le réseau RivTemp (<http://rivtemp.ca>) rassemble des températures journalières mesurées en 705 stations installées dans 321 cours d'eau et 139 bassins versants principaux de rivières à saumon de l'Est du Canada.

Ce travail visait à exploiter l'information disponible dans RivTemp pour en tirer un premier portrait des régimes thermiques des rivières québécoises. Une telle synthèse constituait un défi, en ce sens qu'elle devait traiter de façon cohérente des séries temporelles de longueurs inégales, s'étendant pour la plupart sur moins de cinq ans et souvent limitées à la saison estivale. Pour obtenir un portrait uniformisé permettant des comparaisons directes entre rivières, tous les régimes ont été modélisés à l'aide d'un modèle commun. Le modèle retenu est une fonction gaussienne, qui est limitée à des valeurs >0 et dont les trois paramètres sont directement et facilement interprétables (maximum annuel, date du maximum annuel et durée de la saison chaude). Une méthodologie pour l'estimation de l'incertitude sur ces paramètres, liée à la quantité de données disponibles, est proposée. Finalement, des régressions pas à pas (*stepwise*) ont permis d'établir certaines relations entre les paramètres du modèle et les caractéristiques physio-climatiques des rivières et de leur bassin versant.

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

Assessment of groundwater contribution to rivers in terms of water quantity, quality and temperature

* **Milad Fakhari**¹, Jasmin Raymond¹, Richard Martel¹

1. Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement

This PhD research is part of a larger project entitled “Towards restoration and protection of fish habitats affected by mining activities in northern Quebec: Focus on the Caniapiscou River watershed” supported by the Environmental Damages Fund of Environment and Climate Change Canada.

Caniapiscou River is recognized for its abundance of salmonids. The optimal temperature range for growth of Salmonidae varies according to species. In summer, salmonids experience thermal stress in some rivers, which affect their growth and even threaten their survival. Some specific zones in the rivers constitute thermal refuges allowing fish to be more comfortable, to grow and to survive in some extreme cases. In addition, contamination of the aquatic environments caused by metal mining is a widespread concern, as there are abandoned and active mines in northern Quebec. Effects of metals on fish health and metabolism and the bioaccumulation in fish are of importance for local communities.

The objectives are to evaluate the presence of thermal refuges in northern rivers and to characterize the groundwater contribution to the rivers’ thermal budget. Furthermore, the movement of contaminants like heavy metals toward the river under different conditions (e.g. presence of permafrost layer), will be studied.

The methodology includes fieldwork and modelling. Instrumenting the river bed and banks with piezometers, underwater temperature and pressure sensors, is the main part of the fieldwork. In addition, hydraulic and thermal properties of geological materials will be measured in the laboratory. The model will couple the surface and subsurface components to reproduce conditions and predict heat and contaminant transport in the river. The collected data will be used for model calibration.

The expected result is a well-built model that can estimate and predict the contribution of groundwater to the river's thermal refuge, water quantity and quality.

*Milad.Fakhari@ete.inrs.ca

Modélisation déterministe et scénarios de régimes hydrologique et thermique sur la rivière Wilmot, IPE

Christian Charron¹, ***André St-Hilaire**^{1,2,3}, Taha B. M. J. Ouarda¹

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

La rivière Wilmot, située sur l'Île-du-Prince-Édouard, est prisée pour la pêche à l'omble de fontaine. Cependant, ce bassin versant est en partie agricole et subit des pressions anthropiques accrues, dans un contexte de changements climatiques. Afin de pouvoir anticiper les modifications possibles des régimes hydrologique et thermique des rivières de cette province, un premier exercice de modélisation déterministe a été complété avec le modèle CEQUEAU.

Le modèle a été calé à l'aide des mesures de débit du passé récent (1992-2012) pour le module hydrologique et par validation croisée sur 5 années pour le module thermique (2013-2017). Malgré une variabilité de la performance du modèle hydrologique selon les années, la racine quadratique de l'erreur moyenne pour les températures moyennes journalières simulées est de l'ordre de 1°C. Les scénarios les plus pessimistes de changement climatique (RCP8.5) laissent entrevoir une possible augmentation des températures hivernales de l'ordre de 4 à 6 °C, alors que la moyenne interannuelle des maximums estivaux passerait de 15 à 18 °C.

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

Évaluation de l'effet de la température d'une rivière sur le succès reproducteur du saumon atlantique (*Salmo salar*, L.) remis à l'eau

* **Raphaël Bouchard**¹, Julien April² et Louis Bernatchez^{1,3}

1. Département de Biologie & Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. Ministère des Forêt de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique
3. Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)

Une approche de gestion fréquemment utilisée dans l'optique de réduire l'impact de la pêche récréative sur les populations de saumon est la pratique de remise à l'eau. La remise à l'eau réfère au processus par lequel un poisson est remis à l'eau à l'endroit même de son lieu de capture, et ce, dans les meilleures conditions possibles. Cependant, son efficacité en tant qu'outil de gestion et de conservation repose sur la prémisse que le poisson gracié va non seulement *survivre*, mais aussi *se reproduire* de façon efficace. Malgré l'augmentation en fréquence des remises à l'eau, une seule étude s'est intéressée à son impact sur le succès reproducteur du saumon atlantique. Leurs résultats démontraient que, bien qu'en général les saumons remis l'eau ont un succès reproducteur moyen équivalent à celui des saumons qui n'ont pas été pêchés, le succès reproducteur des saumons graciés diminuait avec une augmentation de la température de 12°C à 19°C. Ainsi, il n'existe toujours pas de données documentant l'incidence des températures supra-optimale (> 20°C) sur le succès reproducteur des saumons remis à l'eau, une situation qui va devenir de plus en plus fréquente compte-tenu des changements climatiques.

Ce projet de recherche a donc pour objectif de documenter l'impact de la remise à l'eau sur le succès reproducteur des saumons graciés dans une rivière excédant 20°C en période de pêche. Afin d'atteindre cet objectif, nous comparerons le succès reproducteur des saumons graciés à ceux n'ayant pas été pêchés; la mesure du succès reproducteur sera basée sur le nombre d'alevins que nous capturerons (2000 individus) et qui seront associés à un parent donné. À l'été 2018, une biopsie de la nageoire adipeuse a été prélevée sur tous les saumons anadromes qui se sont présentés au niveau de la rivière Rimouski. Cette étape a permis d'obtenir une couverture complète des parents anadromes candidats du système (475 individus). Les résultats de l'assignation parentale serviront à comparer le succès reproducteur individuel des saumons atlantiques qui ont été capturés et remis à l'eau (34 individus) à ceux qui n'ont pas été capturés (441 individus) et d'identifier l'effet de la température sur le succès reproducteur des saumons graciés. Le projet permettra ultimement au MFFP de juger s'il est nécessaire de définir un seuil de température à laquelle les rivières seront fermées d'accès à la pêche récréative et ainsi, d'optimiser nos pratiques de gestion et de conservation de l'espèce dans un contexte de réchauffement climatique.

* raphael.bouchard.3@ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca
Julien.April@mffp.gouv.qc.ca

Décrypter la niche thermique du touladi (*Salvelinus namaycush*) par une technique à haute résolution de thermométrie des isotopes stables d'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) de l'otolithe

* Olivier Morissette^{1,3}, Louis Bernatchez^{1,4}, Michael Wiendenbeck², Pascal Sirois³

1. Département de Biologie & Institut de Biologie intégrative et des Systèmes, Université Laval
2. German Research Centre for Geosciences (GFZ), Potsdam, Germany
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)

Chez les poissons, l'utilisation de l'habitat thermique serait soumise à un fort contrôle physiologique et comportemental. Chez le touladi (*Salvelinus namaycush*), il est bien démontré que la température de l'eau influence grandement la productivité et la persistance des populations. Nous avons testé la contribution de certaines variables individuelles (p. ex. : taille, âge, taux de croissance et origines génétique) dans l'utilisation de l'habitat thermique des touladis d'écotype planctophage issus de deux populationsensemencées.

Nous avons montré que l'ontogénie et la génétique influençaient significativement l'utilisation de l'habitat thermique. Les analyses de thermométrie par le ratio des isotopes stables d'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) de l'otolithe ont montré que les jeunes touladis utilisaient un habitat significativement plus chaud ($10.7 \pm 3^\circ\text{C}$, 7.5 m) avant une transition vers les habitats thermiques « adulte » ($8.46 \pm 3.31^\circ\text{C}$). Les touladis ensemencés, issus de l'écotype ichtyophage, utilisaient une niche thermique significativement plus chaude que leurs congénères ($10.39 \pm 1.02^\circ\text{C}$). Ce comportement s'observait, de manière intermédiaire, chez les individus hybrides. Cette étude montre que la thermométrie des carbonates à haute résolution est une technique particulièrement bien adaptée à l'étude des facteurs influençant le choix de l'habitat thermique.

* olivier.morissette.1@ulaval.ca
louis.bernatchez@bio.ulaval.ca
Pascal_Sirois@uqac.ca

Caractérisation des variables abiotiques et de l'hydrodynamique des frayères de touladi du lac Témiscouata

* **Victor Duchesne**¹, André St-Hilaire^{1,2,3}, Yves Gratton¹

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

Situé au sud de la province de Québec, le lac Témiscouata est le plus grand lac de la région du Bas-Saint-Laurent. Le lac est au cœur de l'activité économique de la région du Témiscouata, ce qui fait que sa qualité est attentivement surveillée par plusieurs acteurs. Depuis 1977, la population de touladi dans le lac est soutenue artificiellement par desensemencements biennaux gérés par le Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs. Sous l'action d'un comité local, il est apparu que le déclin naturel de la population de touladi est associé à un faible taux de recrutement dû à une mauvaise qualité des frayères. Ainsi, leur caractérisation complète s'avère critique pour cerner précisément le problème.

En tout, cinq variables sont ciblées : la concentration en oxygène dissous (%DO), la température, la sédimentation, les vents et les courants. Pour échantillonner ces variables, une station météorologique, des chaînes de thermographes, des trappes à sédiments ainsi que des courantomètres ont été déployés dans le lac. Cependant, la concentration en oxygène dissous doit être suivie régulièrement à l'aide d'une sonde. Cet exposé résumera les méthodes employées lors des travaux de terrain, présentera les résultats préliminaires obtenus et discutera de leurs effets sur la qualité des frayères de ce salmonidé.

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

L'indice thermique de croissance potentielle du saumon juvénile à l'échelle du bassin versant.

* **Anik Daigle**^{1,2,3,4}, Normand Bergeron^{2,3}, André St-Hilaire^{2,3,4}

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

La température de l'eau est une variable déterminante pour la croissance du saumon atlantique juvénile. Des études menées en laboratoire ont permis d'estimer les intervalles de température à l'intérieur desquels les juvéniles se nourrissent et croissent, et des courbes de croissance en fonction de la température ont été proposées.

L'indice thermique de croissance potentielle (ITCP) proposé ici permet de caractériser les conditions de croissance à un endroit donné et sur un intervalle de temps donné, en intégrant les conditions thermiques rencontrées et les préférences thermiques de croissance du saumon juvénile. L'ITCP a été calculé pour les années 2014 à 2017 sur les linéaires des rivières Ouelle et Sainte-Marguerite, de même que sur leurs tributaires principaux. Cet indice a ainsi permis d'évaluer la variabilité interannuelle du potentiel thermique de croissance, de même que sa variabilité spatiale à l'intérieur d'un même bassin. Le plus grand écart interannuel pour un même cours d'eau a été obtenu entre les années 2014 et 2015 dans la branche nord-est de la Sainte-Marguerite, avec des ITCP maximaux respectifs de 111 et de 127 jours de croissance. La variabilité spatiale de l'ITCP est d'environ 10 jours de croissance sur la Ouelle (sur un linéaire de ~30 km incluant son tributaire principal) et de 14 jours sur la Sainte-Marguerite (sur un linéaire de ~70 km).

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

Effet de la température de l'eau sur la croissance journalière du saumon atlantique juvénile

*Normand Bergeron^{1,2}, Sébastien Ouellet-Proulx^{1,2,3}, Pascal Sirois⁷, Carole-Anne Gillis^{2,4}, Tommi Linaansaari^{3,5}, Anik Daigle^{1,2,3,6}, André-St-Hilaire^{1,2,3}

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. Department of Biology, University of New Brunswick
6. Cégep Garneau
7. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, Laboratoire des sciences aquatiques, Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi

La température de l'eau joue un rôle clé dans la croissance du saumon atlantique juvénile. Dans le contexte actuel de réchauffement du climat, il s'avère donc crucial de pouvoir compter sur des modèles fiables reliant la croissance des saumons juvéniles au régime thermique des rivières.

Des travaux de laboratoire ont permis d'identifier une gamme de températures optimales pour l'alimentation et la croissance des juvéniles, menant ainsi à la création de courbes de croissance en fonction de la température. Nous avons développé un indice thermique de croissance potentiel (ITCP) qui permet de caractériser les conditions de croissance auxquels les saumons ont été exposés à un endroit et une période donnée. Une première évaluation de l'ITCP a été effectuée, à partir de données de pêches à l'électricité obtenues dans 5 rivières à saumons de l'Est du Canada, en comparant la taille à l'âge des juvéniles avec les valeurs d'ITCP calculées à partir de données horaires de températures de l'eau couvrant l'ensemble de la période de croissance aux sites de pêches.

Les résultats indiquent une très forte corrélation entre le potentiel thermique de croissance estimé avec l'ITCP et la longueur à la fourche des saumons juvéniles. Nous avons ensuite effectué une analyse des otolithes de saumons juvéniles provenant de 3 rivières de l'Est du Canada afin de déterminer leur croissance journalière et de la relier aux conditions thermiques mesurées pendant la période de croissance. Les résultats indiquent la présence d'un effet d'hystérèse entre la croissance et la température, où la croissance est significativement plus importante au début par rapport à la fin de la saison de croissance pour des températures d'eau similaires.

*normand.bergeron@ete.inrs.ca
 . Sebastien.Ouellet-Proulx@ete.inrs.ca
andre.st-hilaire@ete.inrs.ca
anik.daigle@ete.inrs.ca
 .. Pascal_Sirois@uqac.ca

NOTES

NOTES

NOTES

