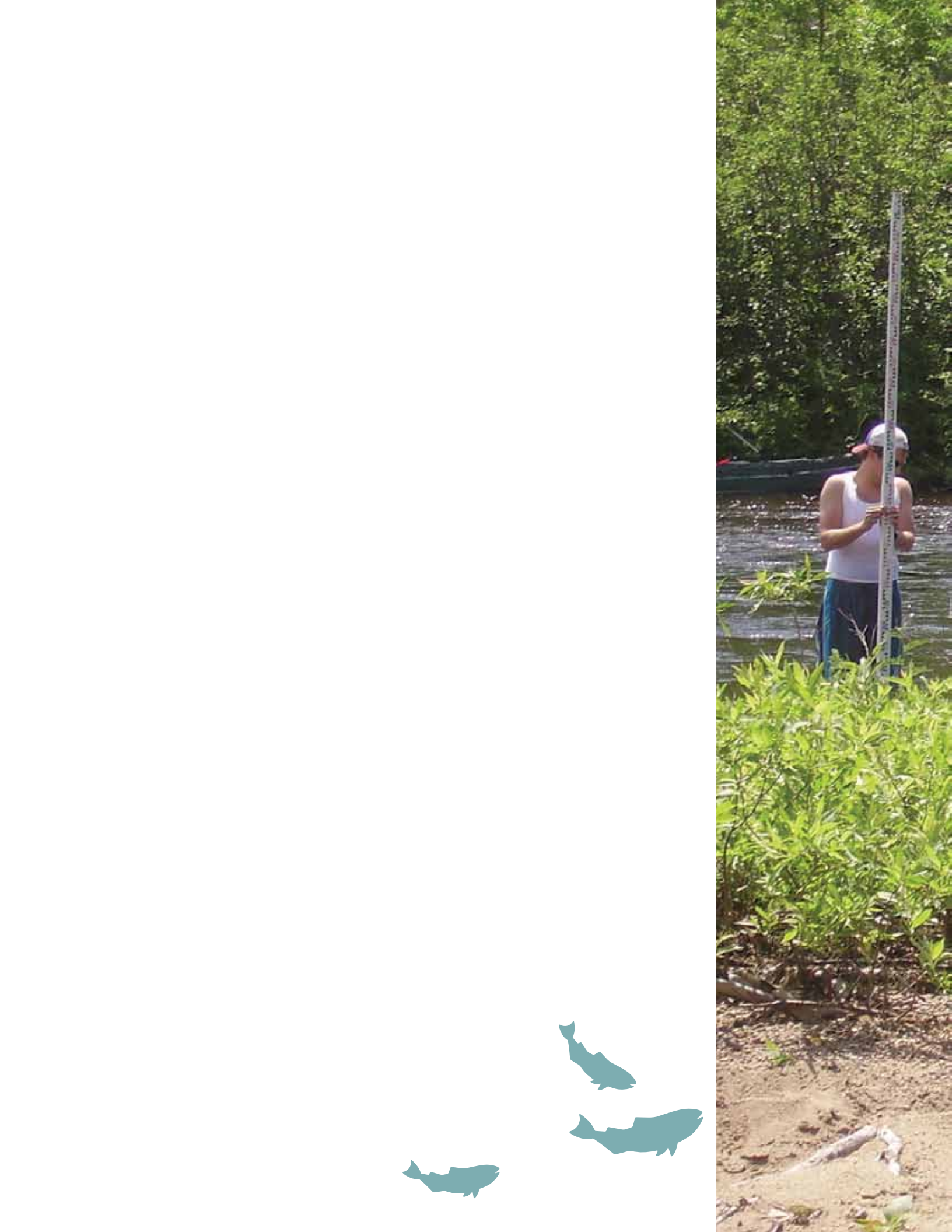


NSERC
ydroNet
CRSNG

Un réseau national de recherche
pour promouvoir le développement
durable de l'énergie hydroélectrique et
des écosystèmes aquatiques sains.

A national research network
to promote sustainable hydropower and
healthy aquatic ecosystems.

Rapport Annuel pour la 2^{ième} Année (2010-2011)
Year 2 Annual Report (2010-2011)





RÉSUMÉ

HydroNet CRSNG a été inauguré officiellement le 2 février 2010 par l'honorable Tony Clement, ministre de l'industrie. Le réseau fait partie du programme des subventions de Réseaux Stratégiques du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada, une initiative fédérale pour accroître la recherche dans certains domaines spécifiques de l'économie canadienne et encourager la formation de la main-d'œuvre future du pays. HydroNet CRSNG est un Réseau collaboratif national de recherche dont le mandat est de promouvoir le développement durable de l'énergie hydroélectrique et des écosystèmes aquatiques sains au Canada.

HydroNet CRSNG est un partenariat interdisciplinaire incluant de multiples intervenants, qui favorise les échanges d'idées, d'expertise, de données et de solutions entre des scientifiques et des gestionnaires de toutes les régions du Canada. Grâce aux efforts coordonnés de BC Hydro, Manitoba Hydro, Brookfield Power, Ontario Power Generation, TransAlta, Pêches et Océans Canada, de trois organismes provinciaux (Manitoba Water Stewardship, Ontario Ministry of Natural Resources et Ministère des Richesses Naturelles et de la Faune du Québec), de plus de 40 professeurs et chercheurs, et de 26 étudiants diplômés provenant de 12 universités, le Réseau vise à développer une meilleure compréhension des effets des opérations hydroélectriques sur les écosystèmes aquatiques.

Des solutions pratiques fondées scientifiquement, développées par l'expertise combinée des membres d'HydroNet CRSNG, devraient fournir aux dirigeants de l'industrie et du gouvernement de nouvelles connaissances et de nouveaux outils pour évaluer, atténuer et minimiser les effets potentiels des barrages hydroélectriques sur la capacité de production des habitats du poisson. Ces solutions permettront d'améliorer le processus décisionnel associé aux opérations hydroélectriques, de réduire les conflits entre parties prenantes et par conséquent, de promouvoir le développement durable de l'hydroélectricité au Canada.

Ce Rapport Annuel présente un survol du développement et du progrès qu'HydroNet CRSNG a accomplis durant la deuxième année du Réseau (2010-2011).

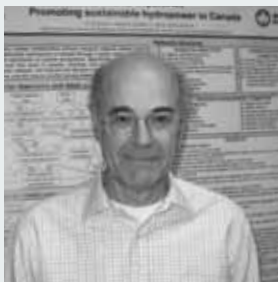
SUMMARY

NSERC HydroNet was officially inaugurated on February 2nd, 2010 by the Honourable Tony Clement, Minister of Industry. The Network is part of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada's (NSERC) Strategic Network Grants Program, a federal initiative to increase research in specific areas of Canada's economy, and to encourage the training of the country's future workforce. NSERC HydroNet is a collaborative national research network whose mandate is to promote sustainable hydropower and healthy aquatic ecosystems in Canada.

NSERC HydroNet is a multi-stakeholder and inter-disciplinary partnership that promotes the exchange of ideas, expertise, data, and solutions among scientists and managers from all regions of Canada. Through the coordinated efforts of BC Hydro, Manitoba Hydro, Fisheries and Oceans Canada, Brookfield Power, Ontario Power Generation, TransAlta, three provincial agencies (Manitoba Water Stewardship, Ontario Ministry of Natural Resources, Ministère des Richesses Naturelles et de la Faune du Québec), over 40 professors and research professionals, and 26 graduate students and post-doctoral fellows from 12 universities, the Network aims to develop a better understanding of the effects of hydroelectric operations on aquatic ecosystems.

Science-based practical solutions, developed by the combined expertise of the members of NSERC HydroNet, are expected to provide industry and government managers with new knowledge and tools to assess, mitigate, and minimize the potential effects on fish and their habitats, to improve the decision-making process associated with hydropower operations, to reduce conflict among stakeholders, and consequently, to promote sustainable hydropower in Canada.

This Annual Report presents an overview of the development and progress NSERC HydroNet has made during the second year of our Network (2010-2011).



Yves Pigeon

Président du Conseil des directeurs, HydroNet CRSNG
Chair of the Board of Directors, NSERC HydroNet

MESSAGE DU CONSEIL DES DIRECTEURS

Deux années se sont déjà écoulées depuis qu'HydroNet CRSNG, un Réseau national de recherche pour la promotion de l'hydroélectricité durable et des écosystèmes aquatiques sains, a débuté ses activités.

Cette deuxième année a mis l'accent sur les travaux de terrain et une grande quantité de données ont été récoltées au sujet des écosystèmes aquatiques à travers le Canada, qu'ils soient naturels ou affectés par des installations hydroélectriques. Les premiers résultats de ces efforts sont présentés dans ce rapport de l'Année 2, lequel met en lumière les relations entre les projets entamés par les différents groupes de recherche.

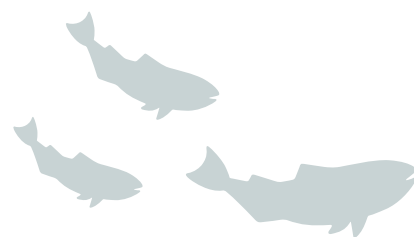
Le premier Symposium Annuel, tenu à Winnipeg en mars 2011, a permis aux professeurs et étudiants de présenter leur projet de recherche individuel et leur relation avec les objectifs d'HydroNet CRSNG. L'impression générale qui s'est dégagée du Symposium est celle d'un effort de recherche bien planifié et coordonné, qui devrait mener à une gestion améliorée et durable des ressources hydroélectriques.

Les objectifs établis pour cette deuxième année ont certainement été atteints et souvent dépassés. Je n'ai aucun doute que le rapport de mi-parcours à soumettre dans les prochains mois confirmera cette évaluation.

Au nom du Conseil des Directeurs, je voudrais exprimer mon appréciation sincère pour le travail effectué par toutes les équipes de recherche et en particulier par le Directeur Scientifique, Daniel Boisclair, qui mène ce réseau avec énergie et assurance. Nos remerciements vont aussi au CRSNG et aux partenaires sans le support desquels ce Réseau n'existerait pas. ♡

Yves Pigeon

Président du Conseil des Directeurs, HydroNet CRSNG



BOARD OF DIRECTORS' MESSAGE

Two years have already gone by since NSERC HydroNet, a national research network to promote sustainable hydropower and healthy aquatic ecosystems, began its activities.

This second year has been focused on fieldwork, and a large amount of data has been accumulated on the aquatic ecosystems across Canada, both in their natural state and as affected by hydropower developments. The first results of these efforts are recorded in this Year 2 report, which highlights the links between the projects undertaken by the various research groups.

The first Annual Symposium, held in Winnipeg, Manitoba in March 2011, allowed professors and students to present their individual research projects, and their links to the HydroNet goals. The overall impression was that of a research effort well planned and coordinated, which should lead to improved and sustainable management of our hydro resources.

The goals set out for this second year have certainly been met, and often exceeded. I have no doubt that the upcoming midterm review will confirm this assessment.

On behalf of the Board of Directors, I would like to express my sincere appreciation for the work of all team members, and in particular of the Scientific Director, Daniel Boisclair, who is leading this Network with energy and a sure hand. Our thanks also to NSERC and to the partners, without whose support this Network would not exist. 💧

Yves Pigeon

Chair of the Board of Directors, NSERC HydroNet





Daniel Boisclair

Directeur scientifique, HydroNet CRSNG
Scientific Director, NSERC HydroNet

MESSAGE DU DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

La seconde année d'HydroNet CRSNG a vu les activités de notre réseau plus que doubler par rapport à l'année précédente. Un total de 26 étudiants aux études supérieures et chercheurs postdoctoraux contribuent désormais à 15 projets de recherche effectués dans des rivières et des réservoirs distribués de Terre-Neuve à la Colombie-Britannique. Il a été des plus agréable pour nous tous d'être les témoins de l'arrivée de chercheurs jeunes et dynamiques, enthousiastes à l'idée de s'associer à notre programme de recherche interdisciplinaire, et prêts à relever le défi de combiner la recherche fondamentale et appliquée.

Du côté de la structure et de la gestion de notre Réseau, tous les comités établis durant l'Année 1 ont été maintenus et un nouveau comité a été créé. Le Comité des Jeunes Chercheurs (CJC) est une structure qui vise à permettre aux étudiants et chercheurs postdoctoraux d'HydroNet CRSNG d'exprimer leurs idées pour rehausser la formation offerte par notre réseau. Nous remercions sincèrement les personnes qui ont accepté de prêter leur temps, expertise, talent et créativité à notre Réseau, et nous attendons leurs suggestions avec intérêt.

Le Centre d'expertise sur l'Hydroélectricité et ses Impacts sur le Poisson et l'habitat du poisson (CHIP) de Pêches et Océans Canada a contribué au cadre de collaboration qui caractérise notre réseau en finançant une série de projets pour compléter les projets de recherche réalisés par HydroNet CRSNG. Ces projets procureront à notre Réseau des informations et des données nouvelles au sujet des écosystèmes et des processus qui sont au centre de nos activités.

Le premier Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG s'est tenu à Winnipeg et a été un succès retentissant grâce au support de nos partenaires et collaborateurs de Manitoba Hydro et North/South Consultants Inc. Pendant cet événement de deux jours, les membres d'HydroNet CRSNG ont présenté leurs résultats pour l'année 2010 et les activités prévues pour 2011 à 96 chercheurs et gestionnaires universitaires, industriels et gouvernementaux provenant de 32 organisations à travers le Canada. Ce Symposium a aussi été une occasion pour tous les participants d'évaluer la possibilité d'accroître les projets en cours et de développer de nouveaux projets avec des partenaires actuels ou futurs.

Le recrutement par nos scientifiques d'une forte cohorte de jeunes chercheurs, la qualité des projets de recherche développés en collaboration avec nos partenaires, l'adaptabilité de la structure et du mode d'opération mis en place par notre Comité de Gestion de la Recherche et la vision partagée de la valeur de la coopération et du réseautage pour réaliser la mission d'HydroNet CRSNG devraient tous être pris comme des indicateurs positifs de la vitalité de notre réseau. ♡

Daniel Boisclair,
Directeur Scientifique, HydroNet CRSNG



SCIENTIFIC DIRECTOR'S MESSAGE

The second year of NSERC HydroNet saw the activities of our Network more than double relative to the previous year. A total of 26 graduate students and post-doctoral fellows are now contributing to 15 research projects conducted in rivers and reservoirs distributed from Newfoundland to British-Columbia. It has been a pleasure for all of us to witness the arrival of young and dynamic scientists, eager to embrace our interdisciplinary research program, and keen to accept the challenge of combining fundamental and applied sciences.

From a structural and management perspective, all committees put in place during Year 1 have been maintained and one additional committee has been created. The Committee of Young Researchers was developed to voice the suggestions of NSERC HydroNet's graduate students and post-doctoral fellows, and to further improve the training offered by our Network. We sincerely thank those who accepted to lend their time, expertise, talent, and creativity to our Network, and we are looking forward to benefiting from their contributions.

The Centre of Expertise on the Impact of Hydropower on Fish and Fish Habitats (CHIF) of Fisheries and Oceans Canada contributed to the collaborative framework that characterises our Network, by financing a series of projects specifically designed to complement the research projects conducted by NSERC HydroNet. These projects will provide our Network, and our partners, with new information and data about the ecosystems and the processes that are the focus of our activities.

The first Annual Symposium of NSERC HydroNet was held in Winnipeg, Manitoba and was a resounding success, thanks to the support of our partners and collaborators from Manitoba Hydro and North/South Consultants Inc. During this two-day event, members of NSERC HydroNet presented their findings from 2010, and outlined their planned activities for 2011. Approximately 96 university, industry and government scientists and managers from 32 organizations across Canada were present. This Symposium also provided the occasion for all participants to evaluate the possibility of expanding ongoing projects, and developing new projects with existing or future partners.

The recruitment by our scientists of a strong cohort of young researchers, the quality of the research projects developed in collaboration with our partners, the adaptive structure and mode of operation set by the Research Management Committee, and a common appreciation for the value of cooperation and networking to achieve the mission of NSERC HydroNet, should all be taken as positive indicators of the vitality of our Network. ♡

Daniel Boisclair,
Scientific Director, NSERC HydroNet



PROJETS

1. Analyse écosystémique de la capacité de production des habitats du poisson dans les rivières

1.0 Réseautage.

1.1 Capacité de production des habitats du poisson dans les rivières.

1.1.1 Capacité de production des habitats du poisson.

Régimes de débit altéré et leurs effets sur le stress et la structure des communautés du poisson.

(Harvey-Lavoie, S; Superviseur : Boisclair, D., U de Montréal)

Effets écologiques des régimes de débit fluvial et de température sur les populations du poisson.

(Macnaughton, C.; Superviseur : Boisclair, D., U de Montréal)

1.1.2 Besoins d'information pour les organismes régulateurs (collaboration entre DFO-CHIP –HydroNet CRSNG).

Exploration des incertitudes de la «British Columbia Instream Flow Methodology» dans un cours d'eau de montagne à forte pente.

(Turner, D.; Superviseur: Bradford, M., Pêches et Océans Canada)

1.2 Facteurs chimiques influençant la capacité de production des habitats du poisson.

1.2.1 Facteurs chimiques influençant la capacité de production des habitats du poisson.

Les nutriments en tant que facteurs chimiques dans les rivières régulées et non régulées dans des régions géographiques diversifiées.

(Good, C.; Superviseur: Rasmussen, J., Lethbridge U)

1.3 Facteurs physiques influençant la capacité de production des habitats du poisson.

1.3.1 Régimes de débit des rivières naturelles par rapport aux rivières régulées.

Régimes de débit des rivières naturelles et régulées.

(McLaughlin, F.; Superviseur : Lapointe, M., McGill U)

1.3.2 Effets des barrages sur le régime thermique des rivières.

Modélisation thermique comparative d'une rivière régulée et non régulée.

(Beaupré, L.; Superviseur : Saint-Hilaire, A., INRS-ETE)

1.3.3 Transformations physiques à long terme des habitats fluviaux sous régime de débit régulé.

Étude des aspects géomorphologiques des modifications de l'habitat du poisson en aval des réservoirs hydroélectriques : changements des caractéristiques du substrat du lit fluvial et changements de taille et de morphologie des chenaux.

(Hugue, F.; Superviseur : Lapointe, M., McGill U)

Habitat physique et communauté d'invertébré en aval d'un barrage provoquant des pics de crue artificiels : examen des changements progressifs induits en aval.

(Winterhalt, L.; Superviseur : Eaton, B., UBC)

Morphodynamique d'un système de lâché d'eau lié à la demande hydroélectrique de pointe : changements géomorphologiques et écologiques le long de la rivière Kananaskis.

(Buehler, H.; Superviseur : Eaton, B., UBC)

1.3.4 Facteurs de stress hivernaux pour les poissons dans les rivières : les effets de la régulation du débit.

Facteurs de stress hivernaux pour les poissons dans les rivières : les effets de la régulation du débit.

(Nafziger, J. ; Superviseur : Hicks, F., U Alberta)

Effets des lâché d'eau en hiver provenant des réservoirs en amont sur l'habitat du poisson dans les ruisseaux.

(Linnansaari, T.; Superviseur : Cunjak, R., UNB-CRI)

1.4 Facteurs biologiques influençant la capacité de production.

1.4.1 Survie des œufs en réponse à la régulation des rivières.

La survie des œufs de saumon atlantique (*Salmo salar*) est elle une fonction de la qualité de l'eau hyporhéique ou de la régulation du débit?

(Thoms, P.; Superviseur : Cunjak, R., UNB-CRI)

Évaluation de la condition hivernale du tacon et des pré-smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) qui subissent des lâchés d'eau liés à la demande hydroélectrique de pointe.

(Vue, S.; Superviseur : Cunjak, R., UNB-CRI)

1.4.2 Implications de la stabilité de la niche thermique pour la croissance des poissons.

Effets des régimes du taux de changement du débit dans les barrages hydroélectriques sur la croissance, l'état et l'utilisation de l'habitat des poissons.

(Kelly, B.; Superviseur: Power, M., U Waterloo)

1.4.3 Effet des différences régionales de biodiversité des espèces de poisson sur la production de poisson.

Effet des différences régionales de biodiversité des espèces de poisson sur la production de poisson.

(Étudiant à préciser; Superviseur : Rasmussen, J., Lethbridge U)

1.4.4 Évaluation du passage de l'esturgeon à la passe migratoire Vianney-Legendre.

Aspects comportementaux et biomécaniques du passage du poisson chez l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*).

(Thiem, J.; Superviseur: Cooke S., Carleton U)

État des passes migratoires au Canada.

(Hatry, C.; Superviseur: Cooke, S., Carleton U)

Hydraulique de la passe migratoire Vianney-Legendre à cloisons percées de fentes verticales et son optimisation pour la réussite du passage en amont des poissons.

(Marriner, B.; Superviseur : Zhu, D., U Alberta)

1.4.5 Connectivité trophique (DFO-CHIP – HydroNet CRSNG collaboration).

Évaluation de la manière dont les régimes de débit variable influencent les relations trophiques entre les poissons et la structure de la chaîne alimentaire des communautés fluviales.

(Brush, J.; Superviseur : Power, M., U Waterloo)

2. Modélisation des interactions entre le poisson et son habitat dans un contexte hydroélectrique

2.1 Modélisation méso-échelle de la capacité de production des habitats du poisson dans les lacs et les réservoirs.

2.1.1 Cartographie hydroacoustique des conditions physiques et biologiques.

Mesures acoustiques de l'utilisation de l'habitat par les poissons dans un lac et dans un réservoir.

(Wheeland, L.; Superviseur : Rose, G., MUN)

Structure de la communauté aquatique - productivité estimée sur la base de la taille et de la fréquence acoustique.

(Pollom, R.; Superviseur : Rose, G., MUN)

2.1.2 Mesures de la capacité de production dans les zones peu profondes des lacs et des réservoirs.

Modélisation de l'utilisation de l'habitat par les poissons dans la zone littorale des lacs et des réservoirs.

(Étudiant à préciser; Superviseur : Boisclair, D., U de Montréal)

2.2 Prédiction du risque d'entraînement des poissons dans les réservoirs hydroélectriques.

2.2.1 Élaboration d'un modèle du risque d'entraînement en fonction des conditions hydrauliques.

Conditions hydrauliques au barrage de Hugh Keenleyside.

(Robertson, B.; Superviseur : Zhu, D., U Alberta)

Investigation sur le terrain de l'hydraulique dans le bief amont des installations hydroélectriques de la rivière Columbia.

(Langford, M.; Superviseur : Zhu, D., U Alberta)

Effet de la stratification thermique sur les champs d'écoulement induits par les prises d'eau hydroélectriques.

(Islam, R.; Superviseur : Zhu, D., U Alberta)

2.2.2 Stratégies pour réduire le risque d'entraînement en s'appuyant sur le comportement des poissons.

Aspects biotiques et abiotiques du risque d'entraînement de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans le réservoir de Kinbasket.

(Gutowsky, L.; Superviseur : Cooke, S., Carleton U)

L'écologie thermique et spatiale et le risque d'entraînement associé à la lotte (*Lota lota*) dans un grand réservoir hydroélectrique en Colombie-Britannique, au Canada.

(Harrison, P.; Superviseur : Power, M., U Waterloo)

Le risque d'entraînement de la lotte (*Lota lota*) et de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans un réservoir hydroélectrique important.

(Martins, E.; Superviseur : Cooke, S. Carleton U.)

PROJECTS

1. Ecosystemic Analysis of the Productive Capacity of Fish Habitats in Rivers

1.0 Networking.

1.1 Productive Capacity of Fish Habitats in Rivers.

1.1.1 Productive capacity of fish habitats

Altered flow regimes and their effects on fish stress and community structure.
(Harvey-Lavoie, S.; Supervisor: Boisclair, D., U de Montréal)

Ecological effects of flow and temperature regimes on fish populations.
(Macnaughton, C.; Supervisor: Boisclair, D., U de Montréal)

1.1.2 Information needs for regulators (DFO-CHIF – NSERC HydroNet collaboration)

Exploring the uncertainty in the British Columbia Instream Flow Methodology in a steep-mountain stream.
(Turner, D.; Supervisor: Bradford, M., Fisheries and Oceans Canada)

1.2 Chemical Drivers of the Productive Capacity of Fish Habitats.

1.2.1 Chemical drivers of the productive capacity of fish habitats.

Nutrients as chemical drivers in regulated and unregulated rivers across a geographically diverse range.
(Good, C.; Supervisor: Rasmussen, J., Lethbridge U)

1.3 Physical Drivers of the Productive Capacity of Fish Habitats.

1.3.1 Flow regime of natural versus regulated rivers.

Flow regime of natural versus regulated rivers.
(McLaughlin, F.; Supervisor: Lapointe, M., McGill U)

1.3.2 Effects of dams on the thermal regime of rivers.

Comparative thermal modeling of a regulated and unregulated river.
(Beaupré, L.; Supervisor: Saint-Hilaire, A., INRS-ETE)

1.3.3 Long term physical transformations of regulated riverine habitats.

Studying the geomorphic aspects of changes to fish habitat below hydro dams: Changes to bed substrate characteristics, as well as changes to size and morphology of channels.
(Hugue, F.; Supervisor: Lapointe, M., McGill U)

Physical habitat and invertebrate communities below a hydropeaking dam: Examining progressive downstream change.
(Winterhalt, L.; Supervisor: Eaton, B., UBC)

Morphodynamics of a hydropeaking system: Geomorphic and ecologic change along the Kananaskis River
(Buehler, H.; Supervisor: Eaton, B., UBC)

1.3.4 Winter stressors for fish in rivers: The effects of flow regulation.

Winter stressors for fish in rivers: The effect of flow regulation.
(Nafziger, J.; Supervisor: Hicks, F., U Alberta)

Effects of winter releases from headwater reservoirs on fish habitat in small streams.
(Linnansaari, T.; Supervisor: Cunjak, R., UNB-CRI)

1.4 Biological Drivers of Productive Capacity.

1.4.1 Egg survival in response to river regulation.

Is Atlantic salmon (*Salmo salar*) egg survival a function of hyporheic water quality and/or flow regulation?

(Thoms, P.; Supervisor: Cunjak, R., UNB-CRI)

Assessment of the winter condition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and pre-smolts experiencing hydropeaking flows.

(Vue, S.; Supervisor: Cunjak, R., UNB-CRI)

1.4.2 Implications of thermal habitat stability for fish growth.

Effects of hydro-electric dam ramping rate regimes on fish growth, condition and habitat use.

(Kelly, B.; Supervisor: Power, M., U Waterloo)

1.4.3 Effect of regional differences in fish biodiversity on fish production.

Effect of regional differences in fish biodiversity on fish production.

(Student TBI; Supervisor: Rasmussen, J., Lethbridge U)

1.4.4 Evaluation of sturgeon passage at the Vianney-Legendre Fishway.

Behavioural and biomechanical aspects of fish passage in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*).

(Thiem, J.; Supervisor: Cooke S., Carleton U)

State of fishways in Canada.

(Hatry, C.; Supervisor: Cooke, S., Carleton U)

The hydraulics of the Vianney-Legendre Vertical Slot Fishway and its' optimization for successful upstream fish passage.

(Marriner, B.; Supervisor: Zhu, D., U Alberta)

1.4.5 Trophic connectivity (DFO-CHIF – NSERC HydroNet collaboration)

Assessing how variable flow regimes influence the feeding ecology of fishes and food web structure of river communities.

(Brush, J.; Supervisor: Power, M., U Waterloo)

2. Modeling of Fish-Habitat Interactions in the Context of Hydropower

2.1 Mesoscale Modeling of the Productive Capacity of Fish Habitats in Lakes and Reservoirs

2.1.1 Hydroacoustic mapping of physical and biological conditions.

Acoustic measures of habitat usage by fishes in a lake and reservoir.

(Wheeland, L; Supervisor: Rose, G., MUN)

Aquatic community structure-productivity based on acoustic size and frequency.

(Pollom, R.; Supervisor: Rose, G., MUN)

2.1.2 Metrics of productive capacity in shallow areas of lakes and reservoirs.

Modeling of fish habitat use in the littoral zone of lakes and reservoirs.

(Student TBI; Supervisor: Boisclair, D., U de Montréal)

2.2 Predicting the Entrainment Risk of Fish in Hydropower Reservoirs.

2.2.1 Developing a model of entrainment risk based on hydraulic conditions.

Hydraulics of Hugh Keenleyside dam.

(Robertson, B.; Supervisor: Zhu, D., U Alberta)

Field investigation of forebay hydraulics at Columbia River hydropower facilities.

(Langford, M.; Supervisor: Zhu, D., U Alberta)

Effect of thermal stratification on hydropower intake induced flow-field.

(Islam, R.; Supervisor: Zhu, D., U Alberta)

2.2.2 Strategies to reduce entrainment risk based on the behaviour of fish.

Biotic and abiotic aspects of entrainment risk in bull trout (*Salvelinus confluentus*) in Kinbasket Reservoir.

(Gutowsky, L.; Supervisor: Cooke, S., Carleton U)

The thermal and spatial ecology, and associated entrainment risk of burbot (*Lota lota*) in a large hydropower reservoir in British Columbia, Canada.

(Harrison, P.; Supervisor: Power, M., U Waterloo)

Entrainment risk of burbot (*Lota lota*) and bull trout (*Salvelinus confluentus*) in a large hydropower reservoir.

(Martins, E.; Supervisor: Cooke, S., Carleton U)



Composante 1.1 d'HydroNet

CAPACITÉ DE PRODUCTION DES HABITATS DU POISSON DANS LES RIVIÈRES

Contexte :

La capacité de production des habitats du poisson est le taux maximal de production de poisson que l'on peut observer dans un écosystème aquatique donné. Cette variable est centrale pour estimer l'impact humain sur les écosystèmes et pour mettre en œuvre le principe directeur énonçant «aucune perte nette». L'estimation et la modélisation de la capacité de production des habitats du poisson doivent prendre en compte des défis pratiques autant que conceptuels.

Description :

Les objectifs de la composante Capacité de production des habitats du poisson dans les rivières (*Chercheur principal: Daniel Boisclair, Université de Montréal*) sont d'améliorer notre capacité à estimer et modéliser les mesures de la capacité de production des habitats du poisson dans les rivières. La capacité de production des habitats du poisson peut dépendre des attributs de la communauté (structure de la communauté), de la population (densité, biomasse) et des individus (réponses physiologiques). Par conséquent, cette composante concerne essentiellement l'estimation et la modélisation des effets des conditions environnementales sur : i) les variations au sein d'une rivière et entre les rivières des mesures de la capacité de production des habitats du poisson (densité, biomasse et structure communautaire des poissons); ii) les indicateurs des réponses individuelles des poissons (stress, croissance).

Liste des projets d'étudiants reliés à cette composante :

- Régimes de débit altéré et leurs effets sur le stress et la structure communautaire des poissons
– Simonne Harvey-Lavoie (Doctorat, Université de Montréal)
- Effets écologiques des régimes de débit fluvial et de température sur les populations de poissons
– Camille Macnaughton (Doctorat, Université de Montréal)
- Exploration des incertitudes de la «British Columbia Instream Flow Methodology» dans un cours d'eau de montagne à forte pente – Dorian Turner (Maîtrise, Simon Fraser University)

Résultats/Livrables :

- Modèles statistiques permettant d'expliquer, et en fin de compte de prédire, les variations des mesures de la capacité de production des habitats du poisson au sein des rivières et entre les rivières, en utilisant des conditions environnementales qui peuvent être affectées par les installations hydroélectriques en tant que variables indépendantes;
- Quantification des réponses individuelles des poissons (stress, croissance) aux régimes de débit et de température de l'eau;
- Approches conceptuelles pour évaluer les effets de l'hydroélectricité sur la capacité de production des habitats du poisson.

Profits découlant de ces recherches :

Cette composante vise à développer une connaissance et des outils qui permettront de faciliter l'estimation et la prédiction des effets des installations hydroélectriques sur la capacité de production des habitats du poisson, et de ce fait aussi le processus décisionnel lié à la mise en œuvre du principe énonçant «aucune perte nette». ♦

HydroNet Component 1.1: PRODUCTIVE CAPACITY OF FISH HABITATS IN RIVERS

Rationale:

The productive capacity of fish habitats is the maximum fish production rate that may be observed in a given aquatic ecosystem. This variable is central to the estimation of the effects of humans on ecosystems and to the implementation of the principle of “no net loss”. The estimation and the modeling of the productive capacity of fish habitats are affected by practical and conceptual challenges.

Description:

The objectives of the component Productive capacity of fish habitats in rivers (*Lead: Daniel Boisclair, Université de Montréal*) are to improve our ability to estimate and model metrics of the productive capacity of fish habitats in rivers. The productive capacity of fish habitats may depend on community (community structure), population (density, biomass), and individual (physiological responses) attributes. Hence, the main focuses of this component are on the estimation and the modeling of the effects of environmental conditions on: i) within- and among-river variations of metrics of the productive capacity of fish habitats (fish density, biomass, and community structure); and ii) indicators of the individual responses of fish (stress, growth).

List of Student Projects related to this component:

- Altered flow regimes and their effects on fish stress and community structure
– Simonne Harvey-Lavoie (Ph.D. Université de Montréal)
- Ecological effects of flow and temperature regimes on fish populations
– Camille Macnaughton (Ph.D. Université de Montréal)
- Exploring the uncertainty in the British Columbia Instream Flow Methodology in a steep mountain stream
– Dorian Turner (M.Sc. Simon Fraser University)

Outcomes /Deliverables:

- Statistical models to explain, and eventually predict, variations of metrics of productive capacity of fish habitats within and among rivers using environmental conditions that may be affected by hydroelectric facilities as independent variables;
- Quantification of the individual responses of fish (stress, growth) to flow and water temperature regimes;
- Conceptual approaches to assess the effects of hydropower on the productive capacity of fish habitats.

Benefits from this research:

This component aims at developing knowledge and tools that may facilitate the estimation and the prediction of the effects of hydroelectric facilities on the productive capacity of fish habitats, and hence, the decision-making process that relates to the implementation of the principle of “no net loss”. 💧



Simonne Harvey-Lavoie, candidate au doctorat / Ph.D. candidate

Université de Montréal

Superviseur / Supervisor : Dr. Daniel Boisclair

Participants / Participants : Dr. Suzie Currie, Mount Allison University

Code de projet / Project Code : 1.1.1

RÉGIMES DE DÉBIT ALTÉRÉ ET LEURS EFFETS SUR LE STRESS ET LA STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS DE POISSON

Contexte :

Cette étude se déroule dans une rivière qui subit des crues artificielles, où les installations hydroélectriques fonctionnent généralement pour répondre à une forte demande d'électricité. Par conséquent, des événements de surcharges de débit massives et imprévisibles ont lieu quotidiennement. Les effets de ces fortes variations de débit ont été évalués chez un prédateur de niveau trophique supérieur, *Esox Lucius* (le grand brochet).

Description :

En 2011, un total de 40 poissons ont été capturés dans la rivière Mississagi, régulée par le barrage d'Aubrey Falls, et dans la rivière Aubinadong, non régulée, toutes deux situées dans le nord de l'Ontario. La rivière Aubinadong sert de témoin négatif, puisqu'elle ne comporte pas de fortes variations de débit liées à la stratégie de gestion hydroélectrique de la demande de pointe. Cette rivière naturelle, qui est un affluent de la rivière régulée, possède

ALTERED FLOW REGIMES AND THEIR EFFECTS ON FISH STRESS AND COMMUNITY STRUCTURE

Rationale:

The study takes place in a hydro-peaking river, where hydropower facilities usually run in response to a high demand in energy. Therefore, events of massive and unpredictable flow discharge happen daily. The effects of this high flow variation have been assessed in a top predator, *Esox lucius* (Northern pike).

Description:

In 2011, a total of 40 fish have been caught in the Mississagi River, regulated by Aubrey Falls Dam, and the Aubinadong River, unregulated, both situated in Northern Ontario. The Aubinadong River serves as a control for the absence of high variations in flow, related to hydro-peaking management strategy. The natural river, which is a tributary of the regulated river, has similar physical characteristics of the Mississagi River. Chosen traditional stress biomarkers are part of the primary, secondary and tertiary physiological responses. In addition, a heat shock proteins (HSP) expression assessment has been conducted on Northern pikes





des caractéristiques similaires à celles de la rivière Mississagi. Les biomarqueurs de stress classiques qui ont été choisis participent aux réponses primaire, secondaire et tertiaire. En plus, l'expression d'une protéine de choc thermique (HSP) a été évaluée chez les grands brochets afin de déterminer la relation entre les biomarqueurs de stress classiques et l'expression de la HSP dans les cellules des poissons.

Résultats :

Réponse des profils de cortisol, lactate, glucose, HSP aux régimes de débit, effets des caractéristiques de l'eau en régime de crues artificielles sur la survie et les capacités reproductives d'un prédateur de niveau trophique supérieur.

Profits découlant de cette recherche :

En fournissant des outils utiles et des recommandations concrètes pour des populations de poissons saines, cette étude aidera les gestionnaires de barrages hydroélectriques à prendre des décisions concernant leur future stratégie de gestion des écoulements. 💧



to determine the relationships between traditional stress biomarkers and HSP expression in fish cells.

Outcomes:

Response of cortisol, lactate, glucose, HSPs in regards to flow regime, and the effects of hydro-peaking water characteristics in top predator survival and reproduction capacities

Benefits from this research:

By providing useful tools and concrete recommendations for healthy fish populations, this study will help dam hydropower managers make decisions regarding their future hydropower flow management strategy. 💧



Camille Macnaughton, étudiante au doctorat / Ph.D. student

Université de Montréal

Superviseur / Supervisor: Dr. Daniel Boisclair

Co-superviseur / Co-Supervisor: Dr. Pierre Legendre

Collaborateurs / Collaborators: Caroline Senay, Gabriel Lanthier, Guillaume Bourque

Code de projet / Project Code: 1.1.1

EFFETS ÉCOLOGIQUES DES RÉGIMES DE DÉBIT FLUVIAL ET DE TEMPÉRATURE SUR LES POPULATIONS DE POISSON

Contexte :

Des altérations écologiques et une perte de biodiversité considérables du fait de la régulation des rivières ont engendré une préoccupation généralisée concernant la possibilité de maintenir et de restaurer des écosystèmes sains et durables. Les poissons sont généralement adaptés à une vaste gamme de variabilité en terme de régimes de débit et de température des cours d'eau, mais la rareté des ensembles de données de haute qualité complique la tâche lorsqu'il s'agit de comparer des paramètres environnementaux et biologiques entre des systèmes naturels et régulés.

Description du projet :

Des études complémentaires sur les poissons (par la pêche électrique et la plongée libre) ont été conduites en 2010 et 2011, à poursuivre en 2012 et 2013, parmi des rivières régulées et naturelles dans les provinces de QC, ON, AB, NL et BC. Des indices biotiques tels que les densités, la biomasse et la croissance spécifique des espèces de poissons (espèces de salmonidés et de catostomidés) seront estimés et des analyses multivariées serviront à quantifier le rôle des mesures de débit et de température (*c.-à-d.* ampleur, durée des débits, etc.) dans la détermination de la variabilité de ces indices biotiques.

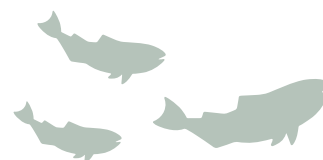
ECOLOGICAL EFFECTS OF FLOW AND TEMPERATURE REGIMES ON FISH POPULATIONS

Rationale:

Extensive ecological alteration and loss of biodiversity resulting from river regulation has led to widespread concern for the viability of maintaining and restoring healthy river ecosystems. Fish are generally adapted to a wide range of variability in stream discharge and temperatures, but the scarcity of high quality data sets complicate the task of accurately comparing the environmental and biological parameters between natural and regulated systems.

Project Description:

Complementary fish surveys (electrofishing and snorkelling) were conducted in 2010 and 2011, to be continued in 2012 and 2013, across regulated and natural rivers from QC, ON, AB, NL, and BC. Biotic indices such as fish densities, biomass and species specific growth (salmonid and catostomid spp.) will be estimated and multivariate analyses will serve to quantify the role of flow and thermal metrics (*e.g.* magnitude, duration of flows *etc.*) in determining the variability of these biotic indices.



Résultats :

Une caractérisation détaillée de la variabilité des rivières, incluant aussi bien des mesures quantitatives que qualitatives de l'eau, peut élucider les impacts temporels et spatiaux des altérations de débit et de température dans la détermination des profils et des processus écologiques des écosystèmes fluviaux.

Profits découlant de cette recherche :

Avec la reconnaissance que les altérations de débit omniprésentes menacent la biodiversité et les fonctions des écosystèmes fluviaux à l'échelle globale, le développement d'indices quantitatifs pour caractériser les divers types d'altération de débit et comprendre comment les mesures d'intégrité écologique en sont affectées contribuera ultimement aux efforts de gestion et de conservation. 💧

Outcomes:

A comprehensive characterization of the variability of rivers to include both water quantity and quality metrics may elucidate the temporal and spatial impacts of altered flows and temperatures in shaping ecological patterns and processes in riverine ecosystems.

Benefits from this research:

With the recognition that ubiquitous flow alterations threaten biodiversity and ecosystem functions of rivers on a global scale, the development of quantitative indices characterizing the various types of flow alterations and understanding how measures of ecological integrity are affected, will ultimately contribute to management and conservation efforts. 💧





Dorian Turner, étudiant à la maîtrise / Master's Student

School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University, Burnaby

Superviseur / Supervisor: Dr. Randall Peterman

Co-superviseurs / Co-supervisors: Dr. Mike Bradford, Dr. Jeremy Venditti

Code de projet / Project Code: 1.1.2

EXPLORATION DES INCERTITUDES DE LA «BRITISH COLUMBIA INSTREAM FLOW METHODOLOGY» DANS UN COURS D'EAU DE MONTAGNE À FORTE PENTE

Contexte :

Les prédictions des méthodes d'évaluation basées sur l'habitat visant à déterminer les normes de débit minimal pour les biotes aquatiques sont incertaines, mais ces incertitudes sont souvent ignorées par les praticiens et les gestionnaires du débit des cours d'eau.

Description :

Deux incertitudes communément reconnues proviennent de (1) la manière dont l'habitat physique au sein d'une rivière change en fonction du débit, (2) les préférences des organismes relatives à certains types d'habitat physique au sein d'un écosystème aquatique. Dans cette étude, j'examine la manière dont ces sources d'incertitude affectent la confiance dans les résultats de la «British Columbia Instream Flow Methodology» (BCIFM), une méthode d'évaluation couramment utilisée dans le cadre des projets hydroélectriques de dérivation d'eau à petite échelle en Colombie-Britannique, au Canada. J'examine également en quoi ces incertitudes créent des risques de perte d'habitat à différents débits. J'ai utilisé un tronçon de cours d'eau à forte pente de North Alouette River, en Colombie-Britannique, comme étude de cas.

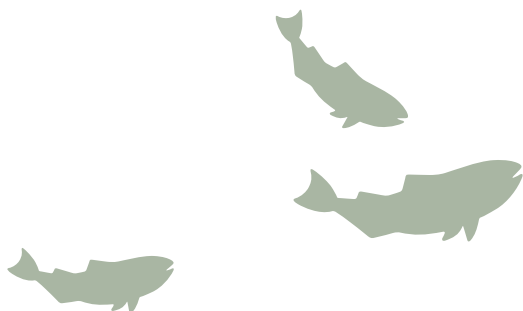
EXPLORING THE UNCERTAINTY IN THE BRITISH COLUMBIA INSTREAM FLOW METHODOLOGY IN A STEEP- MOUNTAIN STREAM

Rationale:

The predictions of habitat-based assessment methods that aim to determine instream flow requirements for aquatic biota are uncertain, but those uncertainties are often ignored by instream flow practitioners and managers.

Description:

Two commonly recognized uncertainties arise from (1) the way in which physical habitat within a river changes with discharge, and (2) preferences of organisms for certain types of physical habitat within an aquatic ecosystem. In this study, I explore how these sources of uncertainty affect confidence in the results of the British Columbia Instream Flow Methodology (BCIFM), which is a commonly used assessment method for small-scale hydroelectric project water diversions in British Columbia, Canada. I also explore how these uncertainties create risks of habitat loss at different flows. I used a high-gradient reach of the North Alouette River, BC as a case study.



Résultats :

J'ai découvert que les incertitudes concernant les préférences des organismes en matière d'habitat constituent généralement l'incertitude prédominante dans les résultats de la BCIFM lorsque de grands nombres de transects sont utilisés. Au contraire, lorsqu'on utilise un petit nombre de transects (*p. ex.* moins que 10), c'est la variation de l'habitat physique parmi les transects de l'échantillonnage qui constitue la principale source d'incertitude dans les résultats de la BCIFM.

Profits découlant de cette recherche :

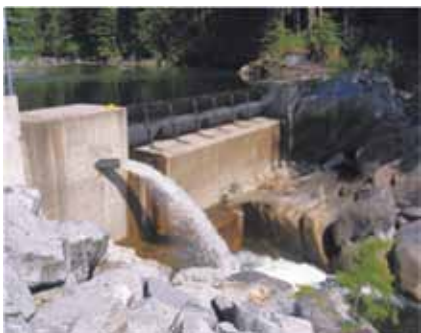
Les présentations des résultats de la BCIFM sous forme de probabilité de perte d'habitat pour un débit donné peuvent aider les gestionnaires à établir des normes de débit minimal fondées sur leur tolérance du risque relatif à la perte de l'habitat du poisson. 💧

Outcomes:

I found that uncertainty in habitat preferences of organisms generally dominated uncertainty in the results of the BCIFM when large numbers of transects were used. In contrast, with small numbers of transects (*i.e.* <10), variation in physical habitat among sampled transect was the major source of uncertainty in the results of the BCIFM.

Benefits from this research:

Presentations of results of the BCIFM in terms of probability of habitat loss for a given flow can help managers set instream flow requirements based on their risk tolerance for fish-habitat loss. 💧





Composante 1.2 d'HydroNet: FACTEURS CHIMIQUES INFLUENÇANT LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES HABITATS DU POISSON

Contexte :

Si nous comprenons assez bien l'importance des nutriments pour la productivité primaire, notre connaissance des relations entre les paramètres relatifs aux nutriments et la production ainsi que la biomasse des poissons demeure faible. De plus, le flux et la distribution des éléments nutritifs dans les systèmes fluviaux peuvent être altérés par les retenues d'eau, à cause de leur influence sur les inondations et la sédimentation, et nous savons peu de chose concernant les effets de la régulation du débit des rivières sur les régimes de nutriments. En comprenant les processus des nutriments à l'échelle d'un bassin versant, nous serons en mesure de fournir une estimation plus précise du potentiel de productivité des poissons, tant dans des systèmes aquatiques à débit régulé que non régulé.

Description :

Des échantillonnages de nutriments et de poissons sont effectués dans une zone géographique étendue à travers tout le Canada (NL, QC, ON, AB, BC). Des relations de référence entre nutriments et production et biomasse de poisson seront utilisées pour en tirer des modèles empiriques reliant les nutriments en tant que variables d'entrée à la production et la biomasse de poisson. Des échantillons d'éléments nutritifs (phosphore total et azote total) ont été recueillis au cours de l'été 2011 dans des rivières appariées au débit régulé et non régulé, ainsi qu'en amont et en aval de réservoirs. Les profils de distribution des nutriments en aval des réservoirs nous apporteront une meilleure compréhension des variations de répartition de ces éléments en aval des retenues d'eau et de leurs effets sur la productivité des poissons dans les systèmes régulés.

Liste des projets d'étudiants reliés à cette composante :

- Les nutriments en tant que facteurs chimiques dans les rivières régulées et non régulées dans des régions géographiques diversifiées – Caitlin Good (Maîtrise, Lethbridge)

Retombées :

- Modèles reliant les paramètres relatifs aux nutriments à la biomasse et la production de poisson, et comment ces relations varient selon les types d'habitat aquatique et les régions géographiques;
- L'effet de la régulation des rivières sur les concentrations d'éléments nutritifs disponibles et par conséquent sur la biomasse et la production de poisson, en aval des retenues.

Profits découlant de ces recherches :

Nos modèles fourniront une référence pour évaluer la capacité de production du poisson en fonction de la disponibilité des nutriments à travers des régions géographiques et des types d'écosystèmes aquatiques diversifiés. ♦

HydroNet 1.2 Component: CHEMICAL DRIVERS OF THE PRODUCTIVE CAPACITY OF FISH HABITATS

Rationale :

While we have reasonable understanding of the importance of nutrients to primary productivity, relationships between nutrient parameters and fish production and biomass are weak. Moreover, the flux and distribution of nutrients within river systems can be altered by impoundments through their influence on flooding and sedimentation, and we know little about the effects of river regulation on nutrient regimes. Understanding nutrient processes on a watershed scale will allow us to provide a more accurate estimate of fish productivity potential in both regulated and unregulated aquatic systems.

Description :

Nutrient and fish sampling are being conducted across a broad geographical spectrum within Canada (NFLD, QC, ON, AB, BC). Baseline relationships between nutrients and fish production and biomass will be used to derive empirical models of nutrient inputs to fish production and biomass. Nutrient samples (Total phosphorus and Total nitrogen) at paired regulated and unregulated rivers as well as up and downstream of reservoirs were collected in the summer of 2011. Trends in nutrient distribution downstream of reservoirs will give us a better understanding of shifts in nutrient allocation downstream of impoundments and the effect they have on fish productivity in regulated systems.

List of Student Project related to this component :

- **Nutrients as chemical drivers in regulated and unregulated rivers across a geographically diverse range**
 - Caitlin Good (M.Sc. University of Lethbridge)

Outcomes :

- Models relating nutrient parameters to fish biomass and production, and how this varies among aquatic habitat types and geographical regions
- How river regulation will affect concentrations of available nutrients, and consequently fish biomass and production, downstream of impoundments

Benefits of this research

Our models will provide a baseline for evaluating fish productive capacity based on nutrient availability across diverse aquatic ecosystem types and geographical regions. 💧



Joseph Rasmussen
University of Lethbridge





Caitlin Good, candidate à la maîtrise / M.Sc. Candidate

University of Lethbridge

Superviseur / Supervisor: Dr. Joseph Rasmussen

Code de projet / Project Code: 1.2.1

LES NUTRIMENTS EN TANT QUE FACTEURS CHIMIQUES DANS LES RIVIÈRES RÉGULÉES ET NON RÉGULÉES DANS DES RÉGIONS GÉOGRAPHIQUES DIVERSIFIÉES

Contexte :

Notre compréhension des régimes de nutriments à travers un vaste éventail de sites géographiques est limitée. Le transport des nutriments est perturbé et redistribué par le développement des barrages, que ce soit à cause de l'impact des réservoirs ou de la canalisation des cours d'eau en aval de la retenue d'eau. En comprenant les processus des nutriments à l'échelle d'un bassin versant, nous serons en mesure de fournir une estimation plus précise du potentiel de productivité des poissons, tant dans des systèmes aquatiques à débit régulé que non régulé.

Description :

Des échantillonnages de nutriments et de poissons ont été effectués dans 14 rivières de montagne situées dans deux régions distinctes au plan géologique, les montagnes Rocky et Purcell en Colombie-Britannique. Les relations de référence entre les nutriments et la production de poisson dans les régions à l'étude seront utilisées pour comparer les propriétés physiques des bassins versants et les ressources disponibles en nutriments qui contribuent à la productivité des poissons.

Des échantillons d'éléments nutritifs (phosphore total et azote total) ont été recueillis au cours de l'été 2011 dans des rivières appariées au débit régulé et non régulé, ainsi qu'en amont et en aval de réservoirs. Une comparaison entre les concentrations de nutriments et les données sur la densité/biomasse de poissons sera effectuée pour des sites à travers le Canada. Les profils de distribution des

NUTRIENTS AS CHEMICAL DRIVERS IN REGULATED AND UNREGULATED RIVERS ACROSS A GEOGRAPHICALLY DIVERSE RANGE

Rationale:

Our understanding of nutrient regimes across wide geographical ranges is weak. Nutrient transport is disrupted and redistributed by the development of dams, either due to the impact of reservoirs or channelization downstream of the impoundment. Understanding nutrient processes on a watershed scale will allow us to provide a more accurate estimate of fish productivity potential in both regulated and unregulated aquatic systems.

Description:

Nutrient and fish sampling were completed in 14 mountain rivers in two geologically distinct regions the Rocky and Purcell Mountains of BC. Baseline relationships between nutrients and fish production in the focus areas will be used to compare physical properties of watersheds and available nutrient resources that drive fish productivity

Nutrient samples (Total phosphorus and Total nitrogen) at paired regulated and unregulated rivers as well as up and downstream of reservoirs in BC, AB, QC, ONT and NFL were collected in the summer of 2011. A comparison between nutrient concentrations and fish density/biomass data will be made for sites across Canada. Trends in nutrient distribution downstream of reservoirs will give us a better understanding of shifts in nutrient allocation downstream of impoundments and the effect they have on fish productivity in regulated systems

nutriments en aval des réservoirs nous apporteront une meilleure compréhension des variations de répartition de ces éléments en aval des retenues d'eau et de leurs effets sur la productivité des poissons dans les systèmes régulés.

Résultats :

- Une meilleure compréhension de la variabilité géographique des régimes de nutriments à travers un éventail de régions géographiques diversifiées.
- Manière dont la canalisation en aval d'une rivière régulée tend à augmenter les concentrations d'éléments nutritifs disponibles, affectant la productivité des poissons en aval des barrages.

Profits découlant de cette recherche :

La capacité à comprendre la productivité de référence grâce à l'identification des régimes d'éléments nutritifs dans des systèmes aquatiques diversifiés au plan géographique constituera un outil utile pour la réglementation en hydroélectricité. ♠



Outcomes:

- A greater understanding of geographic variability in nutrient regimes throughout a diverse geographical range.
- How downstream channelization of a regulated river will increase concentrations of available nutrients, affecting fish productivity downstream of dams.

Benefits of this research:

The ability to understand baseline productivity through identification of nutrient regimes in geographically diverse aquatic systems will be a useful tool for regulation in hydropower. ♠





Composante 1.3 d'HydroNet: FACTEURS PHYSIQUES INFLUENÇANT LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES HABITATS DU POISSON

Contexte :

Les facteurs physiques comme l'intensité du débit et la température de l'eau font partie intégrante des conditions environnementales qui affectent des processus biologiques clés, comme la survie des œufs, la croissance des poissons et leur passage, et par conséquent ont une influence sur la capacité de production des habitats du poisson. Une meilleure compréhension de l'impact spécifique des opérations hydroélectriques sur les facteurs physiques de la CPHP peut aider à minimiser et atténuer leurs effets sur le poisson et ses habitats.

Description :

Les quatre projets visant à examiner les facteurs physiques de la CPHP abordent des facteurs abiotiques clés affectant le comportement des poissons et leurs habitats lorsque le débit fluvial est régulé pour l'énergie hydroélectrique, par comparaison avec les rivières naturelles :

- **Régime de débit** des rivières naturelles et régulées (*Responsable : Michel Lapointe, McGill University*); analyser comment les types de barrage (charge de base, charge de pointe) affectent les régimes de débit naturels et induisent des changements dans l'habitat des rivières ainsi que dans la biodiversité et la productivité du poisson, permettre de comprendre les effets écologiques des différents régimes de débit fluvial;
- **Régime thermique** des rivières (*Responsable : André St-Hilaire, INRS-ETE*); examiner les effets des barrages sur la température de l'eau, aider à comprendre comment cette importante variable de l'habitat affecte les espèces aquatiques
- **Structure physique (géomorphologique)** (*Responsable : Michel Lapointe, McGill University*); examiner les effets des changements dans les régimes de débit et de sédiments causés par les barrages sur la structure physique des rivières en aval et les habitats des plaines inondables permettra de prédire les changements induits dans la disponibilité de l'habitat et les communautés de poissons;
- **Régime d'hiver des rivières** (*Responsables : Richard Cunjak, UNB-CRI; Faye Hicks, University of Alberta*); caractériser et quantifier les régimes d'hiver des rivières servent à identifier les facteurs de stress environnementaux qui ont une influence directe sur les habitats du poisson et la CPHP.

Liste des projets d'étudiants reliés à cette composante :

- Régimes de débit des rivières naturelles et régulées
– Fraser McLaughlin (Maîtrise, McGill)

- **Modélisation thermique comparative d'une rivière régulée et non régulée**
– Laurie Beaupré (Maîtrise, INRS-ETE)
- **Étude des aspects géomorphologiques des modifications de l'habitat du poisson en aval des réservoirs hydroélectriques : changements des caractéristiques du substrat du lit fluvial et changements de taille et de morphologie des chenaux**
– Fabien Hugue (Doctorat, McGill)
- **Habitat physique et communautés d'invertébrés en aval d'un barrage provoquant des pics de crue artificiels : examen des changements progressifs induits en aval**
– Lesley Winterhalt (Maîtrise, UBC)
- **Morphodynamique d'un système de lâché d'eau lié à la demande de pointe : changements géomorphologiques et écologiques le long de la rivière Kananaskis**
– Holly Buehler (Maîtrise, UBC)
- **Facteurs de stress hivernaux pour les poissons dans les rivières : les effets de la régulation du débit** – Jennifer Nafziger (Doctorat, U Alberta)
- **Effets des déversements d'hiver provenant des réservoirs en amont sur l'habitat du poisson dans les ruisseaux** – Dr. Tommi Linnansaari (Postdoc, UNB-CRI)

Résultats/Livrables :

- Données de référence : effets du régime opératoire sur les débits parmi différentes régions; dynamique spatiotemporelle de la distribution des températures de l'eau; habitat physique, classé par type d'habitat et par tronçon de rivière; régime d'hiver des rivières; formation et fonte de la couverture de glace;
- Analyse d'images satellite haute résolution des types d'habitat à l'échelle des tronçons de rivière; comparaisons avec les distributions historiques à partir d'images archivées;
- Évaluation des impacts : changements géomorphologiques de l'habitat du poisson selon le contexte physiographique et le type de barrage;
- Développement de modèle : distribution bidimensionnelle de la température de l'eau sous les barrages;
- Stratégie de gestion du débit pour protéger la productivité de l'habitat du poisson.

Profits découlant de ces recherches

Ces recherches permettront d'améliorer les approches visant à estimer et modéliser les facteurs physiques de la CPHP; de déterminer l'importance relative des facteurs physiques pour la CPHP et les conditions environnementales, tant à grande échelle (au niveau d'un écosystème) qu'à petite échelle (au niveau des mosaïques d'habitat); d'améliorer la compréhension des facteurs physiques qui influent les processus biologiques clés. ♡



HydroNet 1.3 Component: PHYSICAL DRIVERS OF THE PRODUCTIVE CAPACITY OF FISH HABITATS

RATIONALE:

Physical factors, such as flow rate and water temperature, are an integral part of the environmental conditions affecting key biological processes, such as egg survival, fish growth, and fish passage, and thus the productive capacity of fish habitats. A better understanding of the specific impacts of hydropower operations on the physical drivers of PCFH can help to minimize and mitigate effects on fish and their habitats.

Description:

The four projects to examine the physical drivers of PCFH address key abiotic factors impacting fish behaviour and habitat when river discharge is regulated for hydropower, as compared to natural rivers:

- **Flow regime** of natural versus regulated rivers (*Lead: Michel Lapointe, McGill University*); analysing how dam types (base power, peaking) affect natural flow regimes and river habitat changes as well as fish biodiversity and productivity, serves to understand the ecological effects of various discharge regimes;
- **Thermal regime of rivers** (*Lead: André St-Hilaire, INRS-ETE*); examining the effects of dams on water temperature and temperature distribution helps to understand how this important habitat variable affects stream biota;
- **Physical (geomorphic) structure** (*Lead: Michel Lapointe, McGill University*); examining the effects of changes to flow and sediment regimes caused by dams on the physical structure of downstream river and floodplain habitats, will help to predict changes in habitat availability and fish community;
- **Winter regime of rivers** (*Leads: Richard Cunjak, UNB-CRI; Faye Hicks, University of Alberta*); characterizing and quantifying winter regimes of rivers serves to identify those environmental stressors that directly influence fish habitats and PCFH.

List of Student Projects related to this component:

- **Flow regime of natural versus regulated rivers**
– Fraser McLaughlin (M.Sc. McGill)
- **Comparative thermal modeling of a regulated and unregulated river**
– Laurie Beaupré (M.Sc. INRS-ETE)
- **Studying the geomorphic aspects of changes to fish habitat below hydro dams: changes to bed substrate characteristics, as well as changes to size and morphology of channels**
– Fabien Hugue (Ph.D. McGill)

- **Physical habitat and invertebrate communities below a hydropeaking dam: Examining progressive downstream change**
– Lesley Winterhalt (M.Sc. UBC)
- **Morphodynamics of a hydropeaking system: Geomorphic and ecologic change along the Kananaskis River** – Holly Buehler (M.Sc. UBC)
- **Winter stressors for fish in rivers: The effect of flow regulation**
– Jennifer Nafziger (Ph.D. U Alberta)
- **Effects of winter releases from headwater reservoirs on fish habitat in small streams**
– Dr. Tommi Linnansaari (Post-doc UNB-CRI)

Outcomes /Deliverables:

- Baseline data: cross region patterns of effects of operation regime on flows; spatio-temporal dynamics of water temperature distribution; physical habitat set by habitat type and reach; winter regime of rivers: ice cover development and decay.
- High resolution satellite Image analysis of reach-scale river habitat types; comparisons with historical patterns based on archival imagery
- Impact assessments: geomorphic changes to fish habitat by physiographic setting and dam type;
- Model development: two-dimensional distribution of water temperature below dams
- Flow management strategy to preserve fish habitat productivity

Benefits from this research

This research will improve approaches to estimate and model physical drivers of PCFH; identify the relative importance of physical drivers on PCFH and on large-scale (ecosystem level) and small scale (habitat patches) environmental conditions; and improve the understanding of physical driver on key biological processes. 💧



Fraser McLaughlin, étudiant à la maîtrise en géographie (géomorphologie fluviale) /
M.Sc. in Geography (Fluvial Geomorphology)

McGill University

Superviseur / Supervisor: Dr. Michel Lapointe

Code de projet / Project code: 1.3.1

RÉGIMES DE DÉBIT DES RIVIÈRES NATURELLES ET RÉGULÉES

FLOW REGIME OF NATURAL VERSUS REGULATED RIVERS

Contexte :

Le régime de débit d'une rivière détermine la forme de son chenal et la disponibilité de l'habitat. Certaines rivières régulées par des barrages sont soumises à des altérations de débit considérables, tandis que d'autres demeurent largement inchangées. Afin d'évaluer les effets de la régulation d'une rivière sur les habitats et les écosystèmes qu'elle soutient, nous devons quantifier la manière dont la régulation a modifié les paramètres de débit que l'on sait influencer les écosystèmes.

Description :

Les statistiques clés de débit que l'on sait affecter l'habitat seront calculées en utilisant les données disponibles sur plusieurs décennies (spécifiquement celles qui décrivent le profil temporel, la durée, l'ampleur, les intervalles de récurrence et les taux de changement du débit). Une fois que les caractéristiques pertinentes du débit auront été identifiées, des travaux de terrain seront menés pour évaluer et essayer de quantifier les changements de l'habitat.

Résultats :

- Une compréhension des barrages figurant dans l'ensemble de données, selon leurs effets sur les mesures de débit sélectionnées et les divergences importantes par rapport aux régimes naturels de débit dans les régions.
- Modèles démontrant comment l'habitat physique est affecté par les niveaux de débit dans des lieux d'intérêt.

Rationale:

The flow regime of a river determines both channel form and habitat availability. Some rivers regulated by dams are subject to drastically altered flows while others remain largely unchanged. In order to gauge the effects of river regulation on the habitats and the ecosystems that they support, we must quantify how regulation has altered flow parameters known to impact ecosystems.





Profits découlant de cette recherche :

Les résultats seront utilisés par d'autres chercheurs d'HydroNet pour étayer des décisions de recherche bien documentées par rapport à d'autres composantes du système. À long terme, une meilleure compréhension des effets écologiques des régimes de débit permettra aux opérateurs de barrage de prendre des décisions opérationnelles en connaissance de cause. ♦



Description:

Key flow statistics known to affect habitat will be calculated using available multi-decadal data (specifically those describing flow timing, duration, magnitude, recurrence intervals and rates of change). Once flow characteristics of interest have been identified, field work will be conducted to evaluate and attempt to quantify habitat changes.

Outcomes:

- An understanding of the dams in the dataset based on their impacts on selected flow metrics and notable discrepancies from natural flow regimes in the regions.
- Models demonstrating how physical habitat is affected by levels of flow at locations of interest.

Benefits from this research:

Results will be used by other HydroNet researchers to enable educated research decisions relating to other system components. In the long run, a better understanding of the ecological effects of discharge regimes will empower dam operators to make informed operational decisions. ♦



Laurie Beaupré, candidate à la maîtrise / M.Sc. candidate

Institut national de la recherche scientifique (INRS-ETE)

Superviseur / Supervisor: Dr. André St-Hilaire

Co-Superviseurs / Co-Supervisors: Dr. Normand Bergeron, Anik Daigle

Participant / Participant: CIRSA

Code de projet / Project code: 1.3.2

MODÉLISATION THERMIQUE COMPARATIVE D'UNE RIVIÈRE RÉGULÉE ET NON RÉGULÉE.

Contexte :

La température de l'eau est une variable importante dans l'étude des écosystèmes aquatiques, parce que c'est un facteur limitant de la capacité productive de l'habitat du poisson. On sait que les barrages modifient les températures dans l'eau, et par conséquent il est important de caractériser ces changements afin de gérer adéquatement l'habitat du poisson et les ressources de pêche.

Description :

Les efforts de recherche sont menés dans deux tronçons de la rivière Fourchue (St-Alexandre-de-Kamouraska, Québec), en amont et en aval d'un grand barrage (hauteur de la crête 18 m). Le but de ce projet est de prédire la température de l'eau dans des rivières régulées et non régulées, en comparant un modèle statistique et un modèle déterministe. Ces modèles seront comparés quant à leur efficacité pour prédire d'importantes statistiques descriptives de températures (ou indices de température) (comme par exemple la température maximale quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle) afin de mieux comprendre la distribution, la diversité et la croissance des communautés de poissons.

Des observations effectuées au moyen de la pêche électrique et de la plongée libre conduiront à une meilleure compréhension de la distribution et des densités de poissons en fonction de la température et d'autres variables d'habitat dans ces deux rivières aux conditions différentes.

COMPARATIVE THERMAL MODELING OF A REGULATED AND UNREGULATED RIVER.

Rationale:

Water temperature is an important variable in aquatic ecosystem studies because it is a limiting factor of the productive capacity of fish habitat. Since dams are known to modify water temperatures, it is important to characterize these changes in order to properly manage fish habitat and fisheries resources.

Description:

Research efforts are carried out in two reaches of the Fourchue River (St-Alexandre-de-Kamouraska, Québec) upstream and downstream of a major dam (18 m crest height). The aim of the project is to predict water temperature in regulated and unregulated rivers by comparing a statistical model with a deterministic model. These models will be compared on their efficiency to predict important temperature descriptive statistics (or temperature indices) (*e.g.* maximum daily, weekly or monthly temperature) to better understand distribution, diversity and growth of fish communities.

Electrofishing and snorkeling observations will help lead to a better understanding of the distribution and densities of fish as a function of temperature and other habitat variables in these two contrasting rivers.



Résultats :

- Comparaisons entre un modèle déterministe et un modèle statistique pour prédire la température de l'eau dans les rivières régulées.
- Quantification des changements de régime thermique de la rivière Fourchue causés par le barrage, et impacts de ces changements sur la distribution et la diversité des poissons dans cette rivière.

Profits découlant de cette recherche :

En plus d'apporter une meilleure compréhension des impacts des barrages sur les régimes thermiques des rivières, les résultats de ce projet aideront à guider les efforts des gestionnaires dans le choix des outils d'analyse afin de mieux prédire la température de l'eau, et par conséquent d'améliorer l'efficacité de la gestion des ressources aquatiques. 💧



Outcomes:

- Comparisons of a deterministic and a statistical model which allows us to predict water temperature in regulated rivers.
- Quantification of changes in the thermal regimes of the Fourchue River caused by the dam and the impacts of these changes on the distribution and diversity of fish in that river.

Benefits from this research:

In addition to better understanding the impacts of dams on the thermal regimes of rivers, the results of this project will help guide management efforts in the choice of analysis tools in order to better predict water temperature and hence increase management efficiency of aquatic resources. 💧



Fabien Hugue, candidat au doctorat - McGill University, Montréal /
Ph.D. Candidate - McGill University, Montreal

Superviseur / Supervisor: Dr. Michel Lapointe

Membres du Comité / Committee members: Dr. Brett Eaton, Dr. Margaret Kalacska

Code de projet / Project code: 1.3.3

ÉTUDE DES ASPECTS GÉOMORPHOLOGIQUES DES MODIFICATIONS DE L'HABITAT DU POISSON EN AVAL DES RÉSERVOIRS HYDROÉLECTRIQUES : CHANGEMENTS DES CARACTÉRISTIQUES DU SUBSTRAT DU LIT FLUVIAL ET CHANGEMENTS DE TAILLE ET DE MORPHOLOGIE DES CHENAUX

Contexte :

Les cours d'eau sont importants pour l'homme depuis les temps antiques, que ce soit pour l'irrigation des cultures, la navigation à visée coloniale, l'installation, etc. mais aussi pour les écosystèmes, parce que les cours d'eau soutiennent une biodiversité considérable et fournissent d'importants services à l'écosystème. Cela fait des millénaires que les ingénieurs étudient les voies d'eau pour l'irrigation et la prévention des inondations, mais ce n'est qu'à la fin du 19^e siècle que la communauté scientifique a commencé à s'intéresser aux systèmes naturels. La géomorphologie fluviale est l'art de concilier l'étude des processus physiques qui déterminent l'évolution des cours d'eau, tels que le débit et le transport des sédiments, avec les problèmes écologiques.

Description :

On sait que les barrages régulent le débit et modifient les taux de transport des sédiments dans les cours d'eau. L'une et l'autre de ces modifications conduisent souvent à une

STUDYING THE GEOMORPHIC ASPECTS OF CHANGES TO FISH HABITAT BELOW HYDRO DAMS: CHANGES TO BED SUBSTRATE CHARACTERISTICS, AS WELL AS CHANGES TO SIZE AND MORPHOLOGY OF CHANNELS

Rationale:

Rivers have been important to humans since the antique period for crop irrigation, navigation for colonialism, settlement, etc., but also for ecosystems, because rivers support a substantial biodiversity and provide important ecosystem services. Engineers have studied water ways for irrigation and flood prevention for thousands of years, but it was only at the end of the 19th century that natural systems interested the scientific community. Fluvial geomorphology is the art of conciliating the study of physical processes which drive rivers, such as flow and sediment transport to ecological problems.

Description:

Dams are known to regulate flow and modify sediment transport rates of rivers. Both modifications often lead to channel bed alteration where alternate end point responses from dam construction are degradation and aggradation on the channel bed. The general objectives of my doctoral research consists of (1) detecting morpho-sedimentologic changes below specific dams in Canada (HydroNet selected sites), (2) developing methods to evaluate the direction and magnitude of the changes and (3) testing predictive models in order to better understand how the physical habitat of fish could be affected by channel metamorphosis and bed surface texture change. Multi and hyper-spectral remote sensing analysis and field work samples will help me to



altération du lit fluvial, la construction d'un barrage entraînant alternativement de la dégradation et de l'alluvionnement sur le lit du cours d'eau. Les objectifs généraux de ma recherche de doctorat consistent à (1) détecter les changements morpho-sédimentaires en aval de barrages spécifiques au Canada (sites choisis par HydroNet), (2) élaborer des méthodes pour évaluer la direction et l'ampleur des changements et (3) tester des modèles prédictifs afin de mieux comprendre comment l'habitat physique du poisson pourrait être affecté par la métamorphose du chenal du cours d'eau et les changements texturaux de la surface du lit fluvial. Des analyses de télédétection en hyperspace spectral et multispectrales et des échantillons recueillis sur le terrain m'aideront à détecter les modifications morpho-sédimentaires de long terme en aval des barrages, ainsi qu'à collecter des données pour modéliser le futur état d'équilibre de la forme du chenal.

Résultats :

- Cartes de classification pour voir la qualité et la disponibilité des habitats physiques du poisson en aval des barrages.
- Élaboration de nouveaux outils pour détecter les instabilités morpho-sédimentaires du fait des barrages.
- Prédiction de l'«état» futur du cours d'eau (géométrie hydraulique et composition du substrat).

Profits découlant de cette recherche :

Ma recherche de doctorat développera une meilleure compréhension de la manière dont les barrages hydroélectriques influencent les aspects morpho-sédimentaires d'un cours d'eau en aval, par la modification des régimes de débit fluvial et de transport sédimentaire. Ainsi, cette étude peut aider à concevoir le fonctionnement des barrages afin de minimiser les effets sur l'habitat en aval. ♦

detect the long term morpho-sedimentologic modifications downstream of dams as well as collect data for modelling the future channel shape equilibrium.

Outcomes:

- Classification maps to see the quality and availability of the physical fish habitats downstream of dams.
- Development of new tools to detect morpho-sedimentologic instabilities due to damming.
- Prediction of the future "state" of the river (Hydraulic geometry and substrate composition).

Benefits from this research:

My doctoral research will develop a better understanding of how hydro-dams influence the downstream morpho-sedimentologic aspects of a river by modifying both the river flow and the sediment transport regime. Thus, this study can provide insights on dam operation in order to minimize the effects on the downstream habitat. ♦





Lesley Winterhalt, candidate à la maîtrise / M.Sc. Candidate

University of British Columbia

Superviseur / Supervisor: Dr. Brett Eaton, UBC

Co-Superviseur / Co-Supervisor: Dr. Michel Lapointe, McGill U.

Code de projet / Project Code: 1.3.3

HABITAT PHYSIQUE ET COMMUNAUTÉ D'INVERTÉBRÉ EN AVAL D'UN BARRAGE PROVOQUANT DES PICS DE CRUE ARTIFICIELS : EXAMEN DES CHANGEMENTS PROGRESSIFS INDUITS EN AVAL

Contexte :

Les opérations hydroélectriques de lâché d'eau lié à la demande de pointe entraînent les variations de débit quotidiennes les plus extrêmes par comparaison aux autres opérations hydroélectriques. Il est reconnu que de tels régimes de débit sont délétères pour les poissons et les invertébrés. Cependant, on manque d'études examinant explicitement les changements induits à court terme dans l'habitat physique par les pics de crue artificiels, ainsi que leur atténuation progressive en aval.

Description :

Sept sites d'étude ont été choisis le long de la rivière Kananaskis, échelonnés sur une distance d'environ 35 km, à partir d'un site situé juste en dessous d'un barrage lié à la demande de pointe et continuant en aval de la rivière. Pour chaque site, la profondeur et les vitesses ont été mesurées et la mobilité du lit de la rivière a été déterminée au moyen de cailloux témoins. Les changements quantitatifs de ces variables seront utilisés pour déterminer de manière systématique les altérations de l'habitat du poisson entre des lâchés d'eau provoquant des écoulements importants ou faibles, à courte ou longue distance en aval de l'installation hydroélectrique. En plus, quatre sites ont été choisis le long de la rivière régulée pour y effectuer des échantillonnages d'invertébrés benthiques, avec quatre sites témoins le long d'une rivière non régulée.

PHYSICAL HABITAT AND INVERTEBRATE COMMUNITIES BELOW A HYDROPEAKING DAM: EXAMINING PROGRESSIVE DOWNSTREAM CHANGE

Rationale:

Hydropeaking power operations result in the most extreme daily flow alterations when compared to other hydropower operations. Such flow regimes have been identified as harmful to fish and invertebrate life. However, studies explicitly examining the short term changes in physical habitat and the progressive downstream attenuation of peak flood flows are lacking.

Description:

Seven study sites were chosen along the Kananaskis River, spanning a distance from immediately below a hydropeaking dam to approximately 35km further downstream. At each site, depth and velocities were measured, and bed mobility was determined by tracer rocks. Quantitative changes in these variables will be used to systematically determine changes in fish habitat between high and low flow releases at short and greater distances downstream from the hydropeaking facility. Additionally, four sites were chosen on the regulated river for benthic invertebrate sampling with four control sites on a non-regulated reference river. This will help determine how changing food sources at progressively further distances from the dam may also be affecting fish populations.



de référence. Cela aidera à déterminer comment les changements des sources de nourriture en des sites progressivement plus éloignés du barrage peuvent aussi affecter les populations de poissons.

Résultats :

- Une meilleure compréhension des modifications physiques spécifiques de la variabilité à court terme entre les crues artificielles provoquant des écoulements importants ou faibles liés à la demande de pointe, et de la manière dont ces modifications diffèrent en aval.
- Une compréhension quantitative de l'état des invertébrés à de courtes (~ 2 km) ou longues (~ 35 km) distances en aval d'un barrage lié à la demande de pointe.

Profits découlant de cette recherche :

Une compréhension des altérations subies par les habitats en aval d'un barrage lié à la demande de pointe, et de ce que cela signifie pour les communautés d'invertébrés, favorisera de meilleures techniques de gestion. ♦



Outcomes:

- A greater understanding of specific physical changes in the short term variability between low and high flow hydropeaking releases, and how these changes differ downstream.
- Quantitative understanding on how invertebrates fair at short (~2km) to long (~35km) distances below a hydro-peaking dam.

Benefits from this research:

Understanding how physical habitats downstream of hydro-peaking dams change, and what this means to invertebrate communities will help better management techniques. ♦





Holly Buehler, Étudiante à la maîtrise en géographie / M.Sc. Student in Geography

University of British Columbia

Superviseur / Supervisor: Dr. Brett Eaton

Co-Superviseurs / Co-Supervisors: Dr. Marwan Hassan, Dr. Michel Lapointe

Participants / Participants: Steve Dugdale, Dr. Normand Bergeron

Code de projet / Project Code : 1.3.3

MORPHODYNAMIQUE D'UN SYSTÈME DE LÂCHÉ D'EAU LIÉ À LA DEMANDE HYDROÉLECTRIQUE DE POINTE : CHANGEMENTS GÉOMORPHOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES LE LONG DE LA RIVIÈRE KANANASKIS

Contexte :

La prédiction des changements subis par les rivières du fait des barrages pourrait être améliorée par la prise en compte non seulement des altérations de débit, mais aussi des ajustements géomorphologiques et écologiques. Cette étude utilise une approche interdisciplinaire pour comprendre la dynamique fluviale.

Description :

La construction en 1955 d'un barrage sur la rivière Kananaskis fournit une occasion unique d'évaluer les changements induits par les barrages dans la morphologie du chenal d'une rivière. Contrairement à la plupart des systèmes influencés par un barrage, ce barrage n'a pas coupé les sources de sédiments et par conséquent les changements induits dans la morphologie du chenal de la rivière peuvent être attribués aux altérations de débit. En plus, la rivière Kananaskis est le siège d'un régime de lâchés d'eau par le barrage liés à la demande de pointe. Cette étude évalue les changements morphologiques à l'échelle d'un tronçon qui se sont produits dans la rivière Kananaskis depuis 1958. La propagation des changements en aval et l'influence de la végétation riveraine sur les altérations du chenal de la rivière ont également été pris en considération. Des photographies aériennes historiques ont été utilisées pour reconstruire la largeur et la morphologie antérieures à l'existence du barrage. Des méthodes de

MORPHODYNAMICS OF A HYDROPEAKING SYSTEM: GEOMORPHIC AND ECOLOGIC CHANGE ALONG THE KANANASKIS RIVER

Rationale:

Prediction of changes to rivers associated with dams could be improved through consideration of not only flow alterations but also geomorphic and ecological adjustments. This study utilizes an interdisciplinary approach to understand river dynamics.

Description:

The 1955 damming of the Kananaskis River provides a unique opportunity to assess changes in channel morphology associated with dams. In contrast to most dam-influenced systems, this dam did not cut sediment sources therefore dam induced changes in channel morphology can be attributed to the altered flows. Additionally the Kananaskis River experiences a dam induced peaking flow regime. This study assesses the reach scale morphological change on the Kananaskis which has occurred since 1958. The downstream propagation of change and the influence of riparian vegetation on channel change were also considered. Historic aerial photos were used to reconstruct pre-dam width and morphology. Airborne remote sensing methods were used to determine the present state of the system including grain size, channel geometry, and distribution of species in riparian forests. The UBC regime model was used as a reference for equilibrium channel width associated with pre-dam and post-dam conditions.

télétection aérienne ont été utilisées pour déterminer l'état actuel du système, y compris la granulométrie, la géométrie du chenal de la rivière et la distribution des espèces dans les forêts riveraines. Le modèle de régime de l'UBC a été utilisé comme référence pour la largeur d'équilibre du chenal de la rivière dans les conditions antérieures et ultérieures à l'existence du barrage.

Résultats :

- Élaboration de méthodes pour évaluer et quantifier les changements subis par le chenal de la rivière du fait du barrage
- Production de cartes continues de la profondeur de l'eau, la granulométrie et la végétation riveraine pour une région d'étude de 40 km
- Quantification du rôle du régime de débit altéré et de la végétation riveraine sur les ajustements de la largeur du chenal de la rivière

Profits découlant de cette recherche :

Cette étude a développé et combiné des méthodes efficaces pour évaluer la dynamique fluviale à l'échelle d'un bassin. L'utilisation de méthodes similaires peut améliorer notre capacité à évaluer et prédire les changements subis par les rivières du fait de la construction de barrages. ♡



Outcomes:

- Development of methods to assess and quantify channel change associated with river damming
- Production of continuous maps of water depth, grain size, and riparian vegetation for the 40 km study region
- Quantification of role of altered flow regime and riparian vegetation on channel width adjustments

Benefits from this research:

This study developed and combined efficient methods of assessing river dynamics at the basin scale. Use of similar methods can improve our ability to assess and predict changes to rivers in response to the construction of dams. ♡





Jennifer Nafziger, étudiante au doctorat / Ph.D. Student

University of Alberta

Superviseur / Supervisor: Dr. Faye Hicks

Partenaires / Partners: Dr. Richard Cunjak, University of New Brunswick

Code de projet / Project Code : 1.3.4

FACTEURS DE STRESS HIVERNAUX POUR LES POISSONS DANS LES RIVIÈRES : LES EFFETS DE LA RÉGULATION DU DÉBIT

Contexte :

Les conditions hivernales peuvent avoir des effets négatifs importants sur les poissons vivant dans les rivières. Les environnements régulés peuvent atténuer ou au contraire aggraver les effets négatifs des conditions hivernales sur la survie des œufs. La présence de la glace de rivière, associée à la régulation du niveau des eaux par les stations hydroélectriques, crée un habitat physique mal compris et compliqué pour les alevins et les œufs.

Description :

Notre étude comprend des cours d'eau régulés et non régulés : quatre à Terre-Neuve (hiver 2010-2011), trois au Nouveau-Brunswick (hiver 2011-2012) et un en Alberta (hiver 2011-2012). L'état de la glace hivernale a été observé en utilisant des appareils-photos à déclenchement par télécommande dans tous les sites, et les températures et niveaux de l'eau ont été mesurés tout au long de l'hiver dans nos sites du Nouveau-Brunswick. Des données supplémentaires ont également été collectées par nos collaborateurs de l'Université du Nouveau-Brunswick, notamment les concentrations d'oxygène dissous et la survie des œufs de salmonidés en hiver.

WINTER STRESSORS FOR FISH IN RIVERS: THE EFFECT OF FLOW REGULATION

Rationale:

Winter conditions can have significant negative effects on fish living in rivers. Regulated environments may mitigate or aggravate the negative effects that winter conditions have on fish survival. The presence of river ice, combined with water level regulation by hydroelectric generating stations, creates a poorly understood and complicated physical habitat for juvenile fish and eggs.

Description:

Our study streams included both regulated and unregulated streams: four in Newfoundland (winter 2010-2011), three in New Brunswick (winter 2011-2012), and one in Alberta (winter 2011-2012). Winter ice conditions were observed using remote cameras at all sites and water temperatures and levels measured throughout the winter at our New Brunswick sites. Additional data were also collected by our University of New Brunswick collaborators including dissolved oxygen concentration and salmonid winter egg survival.





Résultats :

Notre but est d'améliorer la compréhension de l'environnement hivernal dans les petits cours d'eau régulés et de le comparer à celui des petits cours d'eau non régulés, afin de caractériser les effets de cet environnement sur la survie des poissons en hiver.

Profits découlant de cette recherche :

Comprendre comment les activités hydroélectriques affectent l'habitat hivernal des poissons apportera des informations sur lesquelles s'appuyer pour concevoir de nouvelles politiques en vue de l'exploitation et de la gestion durables des installations pendant la saison d'hiver, que l'on considère comme un «goulot d'étranglement» pour la survie de nombreuses espèces aquatiques. 💧

Outcomes:

We aim to improve the understanding of the winter environment in small regulated streams and learn how it compares to that in small unregulated streams with the goal of characterizing the effect this environment may have on winter fish survival

Benefits from this research:

Understanding how hydropower activities affect winter fish habitat will provide information on which to base new policies for the sustainable operation and management of facilities during the winter season, which is seen as survival "bottleneck" for many aquatic species. 💧





Composante 1.4 d'HydroNet: FACTEURS BIOLOGIQUES INFLUENÇANT LA CAPACITÉ DE PRODUCTION

Contexte :

Des différences biologiques entre les systèmes fluviaux entraînent des différences dans l'efficacité trophique des flux d'énergie, pouvant conduire à des différences de capacité de production et des différences dans la manière dont les systèmes répondent à la régulation du débit. Comprendre l'importance relative des facteurs biologiques tels que le comportement du poisson, sa survie, sa croissance, et la structure trophique des communautés, aide à identifier les conditions environnementales qui expliquent une portion significative des variations de capacité de production, tant au sein des écosystèmes naturels et régulés que parmi ces écosystèmes, ainsi que l'influence des différents régimes de débit.

Description :

Les quatre projets visant à examiner les facteurs biologiques de la CPHP abordent des facteurs biotiques clés affectant les poissons et leurs habitats lorsque le débit fluvial est régulé pour l'énergie hydroélectrique, par comparaison avec les rivières naturelles, et évaluent les composantes d'une stratégie couronnée de succès pour l'atténuation du risque lié aux passes migratoires.

- **Condition et survie** en réponse à la régulation du débit fluvial (*Responsable Richard Cunjak, UNB-CRI*); le but est de quantifier la relation entre la survie et l'état des œufs et des stades juvéniles des poissons qui frayent en automne, et les facteurs environnementaux (comme la température, l'oxygène dissous) affectés par la régulation du débit; cela permettra de déterminer comment les débits hivernaux altérés peuvent influencer sur la survie des œufs et la capacité à accomplir la saumonification.
- **Différences régionales dans la biodiversité des poissons et leurs effets sur la production du poisson** et les structures trophiques (*Responsable Joseph Rasmussen, Lethbridge University*); en explorant les variations de la biodiversité à travers les régions du Canada et la manière dont elles affectent les relations trophiques et l'utilisation de l'habitat, on est en mesure de quantifier l'effet des régimes de débit sur la biodiversité des poissons et l'effet de cette biodiversité sur la CPHP.
- **Stabilité thermique de l'habitat** en aval des structures hydroélectriques : (*Responsable Michael Power, U Waterloo*); le but est de documenter les changements dans la moyenne et la variance de la croissance et de l'état des poissons individuels, associés aux modifications de régimes thermiques en aval; cela permet de déterminer les implications des opérations des barrages pour la croissance des espèces fourragères (comme le chabot) et migratoires (comme l'omble chevalier), en compensant les modifications de régime thermique.
- **Évaluation hydraulique et biologique du passage en amont de l'esturgeon** à la passe migratoire de Vianney-Legendre (*Responsable : Steven Cooke, Carleton University*); le but est de rechercher les conditions hydrauliques qui favorisent ou au contraire dissuadent le passage en amont de l'esturgeon, de combiner cette recherche avec des études biomécaniques et cinématiques dans une série de conditions d'écoulement, afin de développer et d'évaluer des installations de passes migratoires pour une gamme d'espèces à travers le Canada.

Liste des projets d'étudiants reliés à cette composante :

- La survie des œufs de saumon atlantique (*Salmo salar*) est-elle une fonction de la qualité de l'eau hyporhéique ou de la régulation du débit?
– Paula Thoms (Doctorat, UNB-CRI)
- Évaluation de la condition hivernale du tacon et des pré-smolts de saumon atlantique (*Salmo salar*) qui subissent des débits de pointe – Sherr Vue (Maîtrise, UNB-CRI)
- Effets des régimes du taux de changement du débit dans les barrages hydroélectriques sur la croissance, l'état et l'utilisation de l'habitat des poissons
– Brianne Kelly (Doctorat, Waterloo)
- Aspects comportementaux et biomécaniques du passage du poisson chez l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) – Jason Thiem (Doctorat, Carleton)
- État des passes migratoires au Canada – Charles Hatry (Maîtrise, Carleton)
- Hydraulique de la passe migratoire Vianney-Legendre à cloisons percées de fentes verticales et son optimisation pour le passage en amont réussi des poissons
– Adam Marriner (Maîtrise, Alberta)
- Évaluation de la manière dont les régimes de débit variable influencent les relations trophiques entre les poissons et la structure de la chaîne alimentaire des communautés fluviales – Jaclyn Brush (Doctorat, Waterloo)

Résultats/Livrables :

- Données de référence : survie des œufs et développement des poissons salmonidés qui frayent en automne, capacité à accomplir la saumonification et facteurs clés de la régulation du débit, réponses mesurables des poissons aux changements des attributs clés de l'habitat (température; taux d'oxygène dissous);
- Revue de la littérature : évaluation des différences régionales dans la biodiversité et les relations trophiques, la richesse des espèces de poisson et la production de leurs communautés;
- Quantification du rôle de la biodiversité sur la CPHP dans différentes régions;
- Critères de conception et modèle pour les passes migratoires et coûts potentiels.

Profits découlant de ces recherches :

Le fait de quantifier le rôle de la biodiversité sur la capacité de production, la structure et la fonction de chaînes alimentaires dans leur ensemble à grande échelle spatiale, et de comprendre comment la régulation saisonnière du débit affecte les aspects biologiques de la CPHP et comment les opérations de barrage influencent les poissons vivant dans les barages, aide les responsables de la gestion du poisson et de l'environnement à évaluer les impacts des perturbations environnementales occasionnées par les opérations hydroélectriques et à développer des stratégies de gestion du débit pour minimiser ces impacts. ♦



HydroNet 1.4 Component: BIOLOGICAL DRIVERS OF PRODUCTIVE CAPACITY

Rationale:

Biological differences among river systems result in differences in the trophic efficiency of energy flow, which can lead to differences in productive capacity and to differences in how systems respond to flow regulation. Understanding the relative importance of biological factors, such as fish behaviour, survival and growth, and community trophic structure, helps identify the environmental conditions that explain a significant portion of the variations in productive capacity within and among natural and regulated ecosystems and the impacts of various flow regimes.

Description:

The four projects to examine the biological drivers of PCFH address key biotic factors impacting fish and their habitats when river discharge is regulated for hydropower, compared with natural rivers, and evaluate the components of a successful fishway mitigation strategy:

- **Condition and survival** in response to river flow regulation (*Lead Richard Cunjak, UNB-CRI*); quantifying the relationship between survival and condition of eggs and juvenile stages of autumn spawning fishes and the environmental factors (*e.g.*, temperature, dissolved oxygen) affected by flow regulation, will identify how altered winter flows lead to increased or decreased egg survival and the ability to complete smoltification;
- **Regional differences in fish biodiversity and their effects on fish production** and trophic structure (*Lead Joseph Rasmussen, Lethbridge University*); exploring how biodiversity differs across Canada and how this affects trophic relationships and habitat use, allows quantifying how PCFH is influenced by fish biodiversity and how flow regimes affect fish biodiversity;
- **Thermal habitat stability** downstream of hydroelectric structures: (*Lead Michael Power, U Waterloo*); documenting changes in the mean and variance of individual fish growth and condition linked to modification of downstream thermal regimes identifies the implications of dam operations for growth in forage (*e.g.*, sculpin) and migratory (*e.g.*, brook charr) species by compensating for thermal regime changes.
- **Hydraulic and biological evaluation of upstream sturgeon passage** at the Vianney-Legendre Fishway (*Lead: Steven Cooke, Carleton University*); researching the hydraulic conditions that favour or deter fish passage of sturgeon, combined with biomechanics and kinematics in a range of flow conditions, serves to develop and evaluate fish passage facilities for a range of species across Canada.

List of Student Projects related to this component:

- **Is Atlantic salmon egg survival a function of hyporheic water quality and or flow regulation?**— Paula Thoms (Ph.D. UNB-CRI)
- **Assessment of the winter condition of Atlantic salmon parr and pre-smolts experiencing hydropeaking flows** — Sherr Vue (M.Sc. UNB-CRI)

- Effects of hydro-electric dam ramping rate regimes on fish growth, condition and habitat use – Brianne Kelly (Ph.D. Waterloo)
- Behavioural and biomechanical aspects of fish passage in lake sturgeon – Jason Thiem (Ph.D. Carleton)
- State of fishways in Canada – Charles Hatry (M.Sc. Carleton University)
- The hydraulics of the Vianney-Legendre Vertical Slot Fishway and its' optimization for successful upstream fish passage – Adam Marriner (M.Sc. Alberta)
- Accessing how variable flow regimes influence the feeding ecology of fishes and food web structure of river communities – Jaclyn Brush (Ph.D. Alberta)

Outcomes /Deliverables:

- Baseline data: egg survival and development of fall spawning salmonids as well as ability to complete smoltification, and key factors of flow regulation, measurable responses of fish to changes in a key habitat attributes (temperature; dissolved oxygen);
- Literature review: assessment of regional differences in biodiversity and trophic relationships, fish species richness and community production;
- Quantification of role of biodiversity on PCFH in different regions
- Design criteria and model for fish passage and potential costs.

Benefits from this research

Quantifying the role of biodiversity on the productive capacity and the structure and function of whole food webs on large spatial scales, understanding how seasonal flow regulation affects biological aspects of PCFH and how dam operations impact resident fish help fish and environmental management to assess the impacts of environmental disturbances of hydropower operations and to develop flow regulation strategies to minimize impacts. 💧



Paula Thoms, Candidate à la maîtrise / MSc Candidate

University of New Brunswick

Superviseur / Supervisor: Dr Richard Cunjak, CRI

Co-superviseur / Co-Supervisor: Dr Robert Randall, MPO

Membre du comité / Participants: Dr Faye Hicks, University of Alberta

Code de projet / Project Code : 1.4.1

LA SURVIE DES ŒUFS DE SAUMON ATLANTIQUE EST ELLE UNE FONCTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU HYPORHÉIQUE OU DE LA RÉGULATION DU DÉBIT ?

Contexte :

La régulation du débit est nécessaire pour plusieurs raisons, de la génération d'électricité à la rétention d'eau potable. Les populations de saumon atlantique déclinent rapidement. Il est connu que les barrages jouent le rôle de barrière à la migration de fraie des adultes, par contre peu est connu sur l'impact sur le développement des embryons de salmonidés.

Description :

Les saumons atlantique déposent leurs œufs dans des nids au sein du substrat de la rivière, souvent dans les zones hyporhéiques (zone de mélange d'eau souterraine et de surface). Il a été documenté que les œufs de saumons en incubation sont susceptibles aux variations de débit de la rivière et sont fortement dépendants du débit dans la gravelle pour leur apport en oxygène dissous (OD). Il semble que des remontées d'eau souterraine ont lieu en réponse à un débit réduit (Malcolm *et al* 2003). Il a été démontré que la régulation du débit a un impact négatif sur l'émergence des larves du lit de gravelle causé par des conditions printanières précoces engendrées par une alternance de débit hivernal et printanier (Flanagan 1996). Cette émergence précoce semble néfaste aux taux de survie des larves de saumons. La régulation du débit est un domaine d'intérêt puisqu'il peut augmenter ou diminuer l'effet des perturbateurs de l'environnement. Nous visons à investiguer les implications de la régulation du débit sur la survie des œufs en réponses aux activités hydroélectriques.

IS ATLANTIC SALMON EGG SURVIVAL A FUNCTION OF HYPORHEIC WATER QUALITY AND OR FLOW REGULATION?

Rationale:

Flow regulation is necessary for many purposes; from hydroelectricity generation to storage of potable water. Atlantic salmon populations are declining at a rapid rate. It is known that dams act as barriers to the migration of spawning adults, however little is known of the implications for developing salmonid embryos.

Description:

Atlantic salmon deposit their eggs in nests (redds) in the stream substrate, often in the hyporheic zone (area of mixing groundwater and surface water). It has been documented that incubating salmon eggs are susceptible to variations in river flow and are heavily dependent upon intra-gravel flow for the supply of dissolved oxygen (DO). It is understood that groundwater upwelling occurs in response to reduced flow (Malcolm *et al* 2003). It has been shown that regulated flow has a negative impact on emergence of fry from the gravel bed, due to early spring like conditions caused by altered winter and spring flows (Flanagan 1996). It is believed that this early emergence is detrimental to the survival rate of the salmon fry. Flow regulation is an area of interest as it is known that it can increase or decrease the effect of stressors in the environment. We aim to investigate the implications of flow regulation on egg survival in response to hydroelectric activity.



Résultats :

- Évaluer si les concentrations de OD varient avec la régulation du débit.
- Évaluer si la température varie dans le substrat/eau de surface provenant de la régulation du débit
- Évaluer comment des concentrations de OD modifiées/ température affectent la survie et le développement des embryons de saumon atlantique

Profits découlant de cette recherche :

Cette recherche sera bénéfique pour les industries en fournissant de l'information sur les effets de la régulation du débit sur le développement des embryons de saumon atlantique. Avec cette compréhension de comment un débit modifié affecte la survie des embryons, la gestion des rivières peut être adaptée afin de protéger des étapes de vie vitales du saumon atlantique et pour protéger l'espèce. ♡

Outcomes :

- Measure whether DO concentrations in the substrate change with flow regulation.
- Measure whether temperature varies in the substrate/ surface water due to flow regulation.
- Determine how altered DO concentrations/temperature affect survival and development of Atlantic salmon embryos.

Benefits from this research

This research will benefit industry by providing information about the effects of flow regulation on developing Atlantic salmon embryos. With an understanding of how altering flow can affect the survival of embryos, river management can be tailored to protect a vital life stage of Atlantic salmon and protect the species. ♡





Sherr Vue, Candidat à la maîtrise / M.Sc. Candidate

University of New Brunswick

Superviseur / Supervisor: Dr. Richard Cunjak

Co-superviseur / Co-Supervisor: Keith Clarke

Collaborateurs / Collaborators: Centre de biodiversité de Macquatac (MPO)

Code de projet / Project Code : 1.4.1

ÉVALUATION DE LA CONDITION HIVERNALE DU TACON ET DES PRÉ-SMOLTS DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*) QUI SUBISSENT DES LÂCHÉS D'EAU LIÉS À LA DEMANDE HYDROÉLECTRIQUE DE POINTE

Contexte :

Les conditions hivernales sont difficiles pour le tacon de saumon atlantique. L'hiver représente la période pendant laquelle les réserves énergétiques (*p. ex.* les lipides) s'épuisent sérieusement chez de nombreux poissons de rivière passant l'hivernage en eau douce. Dans beaucoup de rivières régulées, des débits de pointe de 2 à 50 fois plus importants que le débit de base surviennent quotidiennement. La conjonction d'une capacité physiologique limitée et de facteurs de stress environnementaux associés aux débits de pointe peut imposer des conditions restrictives sur la survie et le développement du saumon atlantique juvénile. Nous testons l'hypothèse que les débits de pointe affectent les conditions d'hivernage du saumon atlantique, en concevant un dispositif expérimental qui comprendra des régimes de débit de pointe dans de grands bassins en plein air, avec un substrat et un habitat naturels.

Description :

Des tacons de saumon atlantique ont été recueillis dans la rivière Tobique (une rivière régulée) et transportés dans de grands bassins en plein air au Centre de biodiversité de Macquatac, qui comprennent des régimes de débit de pointe similaires à ceux de nombreuses installations hydroélectriques. Les conditions d'hivernage du saumon atlantique sont contrôlées en évaluant les changements

ASSESSMENT OF THE WINTER CONDITION OF ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*) PARR AND PRE-SMOLTS EXPERIENCING HYDROPEAKING FLOWS.

Rationale:

Winter conditions for Atlantic salmon parr are demanding. For many overwintering stream fishes, winter represents the period when significant energy reserves (*i.e.* lipids) are depleted. In many regulated rivers, winter hydropeaking flows representing 2-50 times the base flow are realized on a daily basis. The combination of limited physiological capacity and environmental stressors associated with hydropeaking flows may impose limiting conditions for the survival and development of overwintering Atlantic salmon parr. We test the hypothesis that hydropeaking flows affect overwintering condition of Atlantic salmon by designing an experimental setup that will have hydropeaking flow regimes in large outdoor tanks with natural substrate and habitat.

Description:

Atlantic salmon parr were collected from the Tobique River (regulated river) and transported to large outdoor tanks at the Mactaquac Biodiversity Centre that have hydropeaking flow regimes, similar to many hydropeaking facilities. The overwintering conditions of Atlantic salmon is monitored by assessing changes in condition factor (K), fat content (using Bioimpedance Analysis), and smoltification.



du coefficient de condition (K), de la teneur en gras des poissons (par l'analyse d'impédance bioélectrique) et de la saumonification.

Résultats :

- Fournir de nouvelles connaissances sur les circonstances d'hivernage et la réussite de la saumonification du saumon atlantique dans les rivières sujettes à des pics de crue.

Profits découlant de cette recherche :

Les informations retirées de cette expérience élargiront notre connaissance des effets engendrés par les débits de pointe sur le saumon atlantique, et elles pourront aussi être utilisées pour les décisions de gestion concernant la régulation du débit dans les rivières où vivent des saumons atlantiques juvéniles. ♡

Outcomes:

- Provide new knowledge on the overwintering condition and smoltification success of Atlantic salmon in hydro-peaking rivers.

Benefits from this research:

The information gained from this experiment will broaden the knowledge of the hydropeaking effects on Atlantic salmon and can also be used in management decisions on flow regulation in rivers with Atlantic salmon parr. ♡





Brianne Kelly, étudiante au doctorat / Ph.D. student

University of Waterloo

Superviseur / Supervisor: Dr. Michael Power

Co-Superviseur / Co-Supervisor: Dr. Karen Smokorowski

Participants / Participants: Brookfield Renewable Power, Natural Resource Solutions Inc., Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson (CHIP) / Brookfield Renewable Power, Natural Resource Solutions Inc., Center of Expertise on Hydropower Impacts on Fish and Fish Habitat

Code de projet / Project Code : 1.4.2

EFFETS DES RÉGIMES DU TAUX DE CHANGEMENT DU DÉBIT DANS LES BARRAGES HYDROÉLECTRIQUES SUR LA CROISSANCE, L'ÉTAT ET L'UTILISATION DE L'HABITAT DES POISSONS

Contexte :

Les altérations anthropiques des systèmes fluviaux provoquées par les opérations des barrages hydroélectriques peuvent avoir des impacts négatifs sur les populations de poisson en aval. La compréhension de ces impacts et de leurs mécanismes causaux est une première étape importante pour concevoir des modalités de gestion qui minimisent les effets délétères sur les communautés de poissons résidents.

Description :

Des échantillonnages seront effectués sur les rivières Batchawana et Magpie près de Sault-Sainte-Marie, en Ontario. La rivière Batchawana a été choisie comme témoin environnemental par rapport à la rivière Magpie, sur laquelle opère un barrage de 15 MW. Le règlement sur le taux de changement du débit à travers le barrage de Magpie a été aboli en 2004 dans le cadre d'une collaboration permanente entre le MPO, le ministère des ressources naturelles de l'Ontario et Brookfield Renewable Power. Des spécimens de quatre espèces abondantes de poissons (le chabot visqueux, le naseux des rapides, l'omble de fontaine et l'omisco), qui présentent un éventail de préférences d'habitat et de stratégies de cycle de vie, ont été recueillies par pêche électrique avec des appareils portatifs.

EFFECTS OF HYDRO-ELECTRIC DAM RAMPING RATE REGIMES ON FISH GROWTH, CONDITION AND HABITAT USE

Rationale:

Anthropogenic alteration of river systems through the operation of hydro-electric dams can result in negative impacts on downstream fish populations. Understanding these impacts and their causal mechanisms is an important first step to designing management schemes which minimize detrimental effects on resident fish communities.

Description:

Sampling will be conducted on the Batchawana and Magpie Rivers near Sault Ste. Marie, ON. The Batchawana River was chosen as an environmental control for the Magpie River, on which a 15MW dam operates. Ramping restrictions on the Magpie River were lifted in 2004 as part of an ongoing collaboration between DFO, MNR and Brookfield Renewable Power. Specimens of four abundant fish species (Slimy Sculpin, Longnose Dace, Brook Trout and Trout Perch), which exhibit a range of habitat preferences and life history strategies, were collected by backpack electrofishing. Differences in the growth rates, thermal habitat use and condition factors of fish will be investigated with regards to river and ramping rate regime.

Outcomes:

- Quantification of the effects of hydro-electric dam ramping regimes on fish growth rates, habitat use and condition factor



Les différences dans les taux de croissance, l'utilisation de l'habitat et l'état des poissons seront examinées en fonction des régimes régulés et non régulés de taux de changement du débit.

Résultats :

- Quantification des effets des régimes de taux de changement du débit à travers les barrages hydroélectriques sur le taux de croissance, l'utilisation de l'habitat et l'état des poissons

Profits découlant de cette recherche :

À mesure que le secteur hydroélectrique continue à se développer, il restera essentiel de minimiser les effets délétères sur les populations de poissons, tout en assurant la viabilité de l'industrie. Les résultats de cette étude apporteront des informations qui viendront étayer la conception des règlements gouvernementaux et les stratégies industrielles dans la réalisation cet objectif. ♦

Benefits from this research:

As the hydro-electric sector continues to develop, it will remain essential to minimize detrimental effects on fish populations, while ensuring the viability of the industry. The results of this study will inform the design of government regulations and industry management strategies to achieve this aim. ♦





Jason Thiem, étudiant au doctorat / Ph.D. student

Carleton University

Superviseur / Supervisor: Dr. Steven Cooke (Carleton)

Co-superviseur / Co-supervisor: Dr. Jeff Dawson

Participants / Participants: Pierre Dumont & Daniel Hatin (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec), Dr. David Zhu (University of Alberta), Dr. Chris Katopodis (Katopodis Ecohydraulics), Dr. Karen Smokorowski (Pêches et Océans Canada / Fisheries and Oceans Canada)

Code de projet / Project Code : 1.4.4

ASPECTS COMPORTEMENTAUX ET BIOMÉCANIQUES DU PASSAGE DU POISSON CHEZ L'ESTURGEON JAUNE (*ACIPENSER FULVESCENS*)

Contexte :

Les barrages hydroélectriques créent des barrières au passage du poisson pour de nombreuses espèces migratrices dans le monde. Le passage des poissons est communément rétabli dans ces sites par l'installation de structures artificielles collectivement désignées comme des passes migratoires. Cependant, de nombreuses espèces échouent souvent à traverser ces passes migratoires, y compris les esturgeons. C'est un problème pertinent lorsqu'on considère que tous les membres de cette famille unique entreprennent une forme de migration pour frayer en eau douce, et que beaucoup sont menacés.

Description :

Ma recherche se concentrera essentiellement sur le passage de l'esturgeon par une passe migratoire réussie : la passe Vianney-Legendre, sur la rivière Richelieu au Québec. De manière spécifique, je projette d'examiner les facteurs contribuant à l'attraction et à l'efficacité du passage des esturgeons par les passes migratoires, d'évaluer les caractéristiques comportementales des poissons migrateurs qui parviennent ou qui échouent à remonter la passe migratoire, de calculer le coût énergétique du passage du poisson pour l'esturgeon et de relier les informations biologiques à un modèle hydraulique de la passe migratoire pour déterminer les forces de cisaillement auxquelles les esturgeons sont exposés dans les endroits où le passage est difficile.

BEHAVIOURAL AND BIOMECHANICAL ASPECTS OF FISH PASSAGE IN LAKE STURGEON (*ACIPENSER FULVESCENS*).

Rationale:

Hydropower dams create barriers to fish passage for many migratory species throughout the world. Fish passage is commonly reinstated at these sites through installation of engineered structures collectively termed fishways. However fishways are often unsuccessful at passing numerous species, including sturgeons. This is a pertinent issue considering all members of this unique family undertake some form of migration to spawn in freshwater and many are threatened.

Description:

My research will focus primarily on sturgeon passage at a successful fishway: the Vianney-Legendre fishway on the Richelieu River in Quebec, Canada. Specifically I plan to examine the factors that contribute to attraction and passage efficiency of sturgeon at fishways, evaluate the behavioural characteristics of successful and unsuccessful migrants ascending a fishway, calculate the energetic cost of fishway passage for sturgeon and link biological information with a hydraulic model of the fishway to identify the shear forces that sturgeon are exposed to in areas of difficult passage.



Résultats :

Cette étude sera l'une des premières au Canada à combiner les évaluations détaillées du comportement des poissons avec différentes conditions hydrauliques sur le terrain. Dans leur ensemble, les études intégrées sur le comportement des poissons et l'ingénierie hydraulique serviront de modèle pour les études futures qui seront nécessaires afin d'aborder le rôle de la variabilité du débit, tant induite par l'homme que naturelle, sur la distribution, l'énergétique, et au final la capacité adaptative des poissons.

Profits découlant de cette recherche :

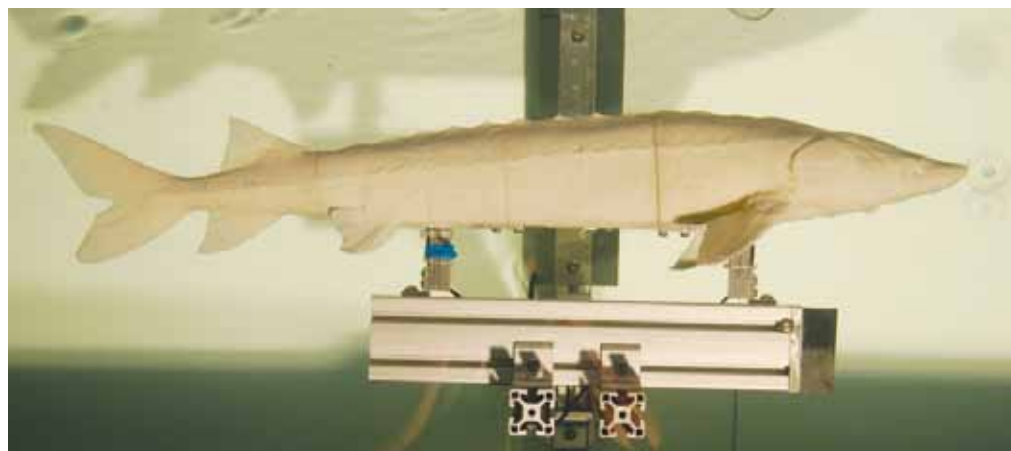
À ce jour, les efforts pour fournir des installations permettant le passage en amont et en aval des esturgeons se sont avérés généralement inefficaces. La recherche proposée fournira les informations hydrauliques et biologiques nécessaires pour améliorer le passage de ces espèces de poisson en péril. ♡

Outcomes:

This study will be one of the first in Canada to combine detailed assessments of fish behaviour with different hydraulic conditions in the field. Collectively, the integrated studies on fish behaviour and hydraulic engineering will serve as a model for future studies that are needed to address the role of human-altered and natural flow variability on fish distribution, energetics, and ultimately fitness.

Benefits from this research:

To date, efforts to provide upstream and downstream passage facilities for sturgeon have been largely ineffective. The proposed research will provide the necessary hydraulic and biological information to improve passage for these imperilled fish. ♡





Charles Hatry, étudiant à la maîtrise / M.Sc. student

Carleton University

Superviseur / Supervisor : Dr. Steven Cooke (Carleton)

Co-superviseur / Co-supervisor: Dr. Karen Smokorowski (MPO - CHIP)

Participants / Participants : Pierre Dumont & Daniel Hatin (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec)

Code de projet / Project Code : 1.4.4

ÉTAT DES PASSES MIGRATOIRES AU CANADA

Contexte :

La perturbation de la connectivité des rivières par la construction de barrières utilisées pour le développement de l'hydroélectricité, l'irrigation, le contrôle des inondations et l'eau potable peut endommager gravement les écosystèmes fluviaux, dégrader la qualité de l'habitat du poisson et empêcher la migration des poissons vers l'amont. Dans un effort pour restaurer la connectivité des rivières et atténuer les effets des barrages sur les populations de poissons, les barrières sont souvent équipées de passes migratoires. La plupart des études qui évaluent l'efficacité biologique s'appuient dans leur évaluation seulement sur la présence de poisson en amont de la passe migratoire, indiquant une ascension réussie. Mais ce que l'on ne sait pas, c'est combien de poissons échouent à trouver la passe ou bien la trouvent mais ne parviennent pas à la remonter. Le simple fait de déterminer les informations de base sur le nombre et les types de passes migratoires dans une région donnée présente un défi, car il n'existe pas de référentiel pour ces informations.

STATE OF FISHWAYS IN CANADA

Rationale:

The disruption of river connectivity through the construction of barriers used for hydropower development, irrigation, flood control, and drinking water can severely damage river ecosystems, reduce the quality of fish habitat, and prevent the upstream migration of fishes. In an attempt to restore river connectivity and mitigate the effects of dams on fish populations, barriers are often equipped with fishways. Most of the studies that evaluate biological effectiveness base their assessment solely on the presence of fish at the top of the fishway indicating successful ascent. What is unknown is how many fish fail to find the fishway or do so but fail to ascend the fishway. Even determining basic information on the number and types of fishways in a given region is challenging as there is no repository for such information.

Description:

CanFishPass was created as a national repository for upstream fishway-related information and was designed so that it could be continually updated with new information. This study encompasses the population and evaluation of the CanFishPass database as well as incorporating a field study of fish passage by three redhorse species at a vertical slot fishway.

Outcomes:

This study will identify trends concerning fishways in Canada as well as presenting recommendations to strengthen both CanFishPass and fishway science and application in Canada. Additionally this study will describe the passage success and passage ability of three redhorse species at a vertical slot fishway.





Description :

CanFishPass a été créé en tant que référentiel national des informations concernant les passes migratoires, et a été conçu de manière à permettre une mise à jour continue avec de nouvelles informations. Cette étude couvre l'ensemble de la base de données CanFishPass ainsi que son évaluation, et elle comprend également une étude de terrain du passage des poissons appartenant à trois espèces de chevaliers par une passe migratoire à cloisons percées de fentes verticales.

Résultats :

Cette étude identifiera des tendances concernant les passes migratoires au Canada et présentera des recommandations pour renforcer aussi bien la base de données CanFishPass que la science des passes migratoires et son application au Canada. En plus, cette étude décrira la réussite au passage et la capacité de passage par une passe migratoire à cloisons percées de fentes verticales de trois espèces de chevaliers.

Profits découlant de cette recherche :

CanFishPass est la seule base de données de ce type dans le monde, et elle sert par conséquent de ressource unique pour comprendre la biodiversité des passes migratoires au Canada. L'évaluation du passage des espèces de chevalier donnera aux gestionnaires une idée du niveau de réussite au passage par cette passe migratoire pour les espèces étudiées. ♠

Benefits from this research:

CanFishPass is the only database of its kind in the world and therefore serves as a unique resource to understand the diversity of fishways in Canada. Passage evaluation of redhorse species will give managers an idea on the level of passage success for the studied species. ♠





Adam Marriner étudiant à la maîtrise, / M.Sc. student

University of Alberta

Superviseur / Supervisor : Dr. David Zhu

Code de projet / Project Code : 1.4.4

HYDRAULIQUE DE LA PASSE MIGRATOIRE VIANNEY-LEGENDRE À CLOISONS PERCÉES DE FENTES VERTICALES ET SON OPTIMISATION POUR LA RÉUSSITE DU PASSAGE EN AMONT DES POISSONS

Contexte :

Historiquement, l'hydraulique des passes migratoires a été conçue pour permettre le passage des espèces de saumon. À ce jour, il existe très peu de données sur le passage de l'esturgeon par les passes migratoires. Le site de cette étude est l'une des très rares passes migratoires qui fonctionne bien pour permettre le passage d'une espèce d'esturgeon.

Description :

La passe migratoire Vianney-Legendre à cloisons percées de fentes verticales permet à de nombreuses espèces de poissons, y compris à l'espèce examinée dans ce projet, l'esturgeon jaune, de passer les vannes d'un barrage au cours de sa migration annuelle vers l'amont. Le barrage est adjacent au canal de Saint-Ours sur la rivière Richelieu près de Saint-Ours, au Québec. Le site est un lieu historique reconnu du Canada. L'hydraulique de cette passe migratoire sera étudiée pendant une période de quatre ans incluant trois saisons de travail sur le terrain, de la modélisation physique en laboratoire et de la modélisation de dynamique des fluides numérique. Cette recherche fera partie d'une étude collaborative réunissant des ingénieurs des ressources aquatiques et des étudiants en biologie du poisson pour mieux comprendre l'attraction et l'efficacité de passage de cette passe migratoire.

THE HYDRAULICS OF THE VIANNEY-LEGENDRE VERTICAL SLOT FISHWAY AND ITS' OPTIMIZATION FOR SUCCESSFUL UPSTREAM FISH PASSAGE

Rationale:

Historically, fishway hydraulics have been designed to pass salmon species. To date very little data exists on sturgeon passage at fishways. The study site is one of very few fishways worldwide to successfully pass a species of sturgeon.

Description:

The Vianney-Legendre Vertical Slot Fishway allows numerous fish species, including this project's focus species Lake sturgeon, to bi-pass a water controlling dam during annual upstream migration. The dam is located adjacent to the Saint-Ours Canal on the Richelieu River near Saint-Ours, Quebec. The site is a recognized National Historic Site of Canada. The fishway hydraulics will be studied over a 4 year period and will include 3 fieldwork seasons, physical laboratory modelling, and computational fluid dynamics modelling. The research will be part of a collaborative study which teams water resource engineers and fish biology students together to better understand the attraction and passage efficiency of the fishway.



Résultats :

- Une compréhension de la manière dont diverses caractéristiques hydrauliques affectent l'attraction et le passage de l'esturgeon jaune.
- Modèles physiques et de dynamique des fluides numérique pour simuler le fonctionnement de la passe dans différentes conditions d'écoulement.

Profits découlant de cette recherche :

Amélioration des conditions d'opération des sites résultant en une augmentation du passage en amont réussi de l'esturgeon jaune. 🐟



Outcomes:

- An understanding of how various hydraulic characteristics affect Lake sturgeon attraction and passage.
- Physical and CFD models to simulate the fishway under various flow conditions.

Benefits from this research:

Improved site operation conditions resulting in an increase in successful upstream lake sturgeon passage. 🐟





Jaclyn Brush, étudiante au doctorat, / Ph.D. Candidate

University of Waterloo

Superviseur / Supervisor : Dr. Michael Power

Co-superviseur / Co-supervisor: Keith Clarke

Participants / Participants : Dr. Karen Smokorowski, Dr. Jerome Marty

Code de projet / Project Code : 1.4.5

ÉVALUATION DE LA MANIÈRE DONT LES RÉGIMES DE DÉBIT VARIABLE INFLUENCENT LES RELATIONS TROPHIQUES ENTRE LES POISSONS ET LA STRUCTURE DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE DES COMMUNAUTÉS FLUVIALES

Contexte :

Des perturbations telles que la construction de barrages et l'altération du débit pour répondre aux demandes croissantes en énergie ont le potentiel de modifier la fonction et l'intégrité biologique des écosystèmes aquatiques. À ce jour, il existe peu d'ensembles de données collectées à long terme afin d'examiner le rôle des facteurs naturels et anthropiques qui influent sur la structure et la fonction des communautés fluviales.

Description :

Des poissons et des invertébrés ont été collectés au cours de l'été 2011 dans la rivière Magpie (Wawa, Ontario) et la rivière Batchawana (Sault-Sainte-Marie, Ontario) dans le cadre d'une étude sur 10 ans pour évaluer les variations spatiales et temporelles survenant dans les relations trophiques et la structure de la chaîne alimentaire en réponse aux variations des conditions hydrologiques et des facteurs climatiques, par l'étude du contenu de l'estomac et des isotopes stables. Des échantillons ont également été collectés dans West Salmon River, Cold Spring Pond, Twillick Brook et Twillick Pond dans le centre-sud de Terre-Neuve au cours de l'été 2010 et du printemps et de l'été 2011.

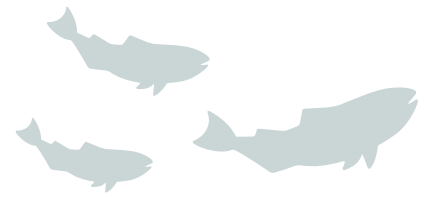
ASSESSING HOW VARIABLE FLOW REGIMES INFLUENCE THE FEEDING ECOLOGY OF FISHES AND FOOD WEB STRUCTURE OF RIVER COMMUNITIES

Rationale:

Disturbances, such as dam construction and flow alteration to meet growing energy demands have the potential to modify the function and biological integrity of aquatic ecosystems. To date, few long-term data sets have examined the role of natural and anthropogenic factors influencing the function and structure of river communities.

Description:

Fish and invertebrates were collected in summer 2011 from the Magpie River (Wawa, Ontario) and Batchawana River (Sault Saint Marie, Ontario) as part of a 10 year study to assess spatial and temporal variation in feeding ecology and food web structure in response to variable hydrological conditions and climatic factors, using stomach contents and stable isotopes. Samples were also collected on the West Salmon River, Cold Spring Pond, Twillick Brook and Twillick Pond in south-central Newfoundland in summer of 2010 and spring and summer 2011.



Résultats :

- Une compréhension des variations spatiales et temporelles des relations trophiques entre les poissons et de la structure d'ensemble de la chaîne alimentaire dans les rivières régulées et non régulées

Profits découlant de cette recherche :

L'acquisition d'une compréhension des changements à long terme survenant dans les relations trophiques entre les poissons et la structure de la chaîne alimentaire en réponse aux altérations des conditions hydrologiques peut être importante pour la conservation et la gestion des communautés fluviales. 💧

Outcomes:

- An understanding of spatial and temporal variation in fish feeding ecology and overall food web structure on regulated and unregulated rivers

Benefits from this research:

Gaining an understanding of long-term changes in fish feeding ecology and food web structure in response to changing hydrological conditions can provide important insights for conservation and management of river communities. 💧





Composante 2.1 d'HydroNet: MODÉLISATION MÉSO-ÉCHELLE DE LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES HABITATS DU POISSON DANS LES LACS ET LES RÉSERVOIRS

Contexte :

Afin d'évaluer les effets de la transformation d'une rivière ou d'un lac en réservoir, il est nécessaire d'estimer la capacité de production des habitats du poisson dans ces écosystèmes pendant les phases préalables et subséquentes au développement. Nombre de méthodes et de protocoles peuvent être utilisés pour estimer la capacité de production des habitats du poisson dans les lacs et les réservoirs, mais il convient d'adapter les méthodes existantes et d'identifier les modalités de relevé les plus efficaces.

Description :

Les objectifs d'ensemble des projets inclus dans cette composante sont d'adapter et de comparer les méthodes existantes pour les protocoles de relevé et ultimement d'en concevoir de nouvelles, en vue d'estimer la capacité de production des habitats du poisson dans les lacs et les réservoirs. Ces objectifs seront accomplis en conduisant des projets répartis en deux sous-composantes :

- **Cartographie hydroacoustique des conditions physiques et biologiques dans les lacs et les réservoirs** (*Responsable : George Rose, Memorial University of Newfoundland*); les objectifs spécifiques de ce projet sont de développer un protocole hydroacoustique adapté pour cartographier la bathymétrie, le type de profondeur, l'habitat (*p. ex.* macrophytes) ainsi que les densités de poisson et de plancton dans la zone pélagique (profondeur > 2 m) des lacs et des réservoirs, à l'échelle des parcelles d'habitat, et de rechercher des façons d'utiliser les données acoustiques basées sur la taille et la fréquence pour évaluer la structure, la fonction et la productivité de l'écosystème aquatique.
- **Modélisation méso-échelle de l'utilisation de l'habitat du poisson dans la zone littorale des lacs et des réservoirs** (*Responsable : Daniel Boisclair, Université de Montréal*); le but de ce projet est de mener une analyse comparative des modèles d'utilisation de l'habitat (relations entre les mesures de la capacité de production et les conditions environnementales estimées à l'échelle des méso-habitats) élaborés pour la zone littorale (profondeur < 3 m) des lacs et des réservoirs, en utilisant différentes stratégies d'échantillonnage (heure du jour et matériel d'échantillonnage).

Liste des projets d'étudiants reliés à cette composante :

- **Mesures acoustiques de l'utilisation de l'habitat par les poissons dans un lac et dans un réservoir** – Laura Wheeland (Maîtrise, Memorial)
- **Structure de la communauté aquatique - productivité estimée sur la base de la taille et de la fréquence acoustique**
– Riley Pollom (Maîtrise, Memorial)

Résultats/Livrables :

- Protocoles adaptés pour cartographier la bathymétrie, la profondeur, l'habitat (*p. ex.* macrophytes) ainsi que les densités de poisson et de plancton dans la zone pélagique (profondeur > 2 m) des lacs et des réservoirs, à l'échelle des parcelles d'habitat;
- Approches pour utiliser les données acoustiques basées sur la taille et la fréquence afin d'évaluer la structure, la fonction et la productivité de l'écosystème aquatique;
- Stratégie d'échantillonnage la mieux adaptée pour estimer/prédire les mesures de la capacité de production dans la zone littorale des lacs et des réservoirs;
- Rôles relatifs des variables locales, latérales et contextuelles sur les mesures de la capacité de production;
- Évaluation de la différence potentielle entre les estimations des mesures de la capacité de production effectuées le jour ou la nuit.

Profits découlant de ces recherches :

Cette composante devrait contribuer au développement de méthodes et de modalités de relevé normalisées pour estimer la capacité de production des habitats du poisson dans les lacs et les réservoirs et par conséquent, pour simplifier le processus selon lequel les études d'impact sont conduites dans ces écosystèmes. 💧



HydroNet Component 2.1: MESOSCALE MODELING OF THE PRODUCTIVE CAPACITY OF FISH HABITATS IN LAKES AND RESERVOIRS

Rationale:

Assessment of the effects of the transformation of a river or a lake into a reservoir requires the estimation of the productive capacity of fish habitats in these ecosystems during the pre-and post-development phases. Numerous methods and protocols may be used to estimate the productive capacity of fish habitats in lakes and reservoirs but there is a need to adapt existing methods and to identify which survey designs may be most efficient.

Description:

The overall objectives of the projects included in this component are to customize and to compare existing methods, and eventually to survey new protocols, to estimate the productive capacity of fish habitats in lakes and reservoirs. These objectives are achieved by conducting projects divided in two sub-components:

- Hydroacoustic mapping of physical and biological conditions in lakes and reservoirs (*Lead: George Rose, Memorial University of Newfoundland*); The specific objectives of this project are to develop a hydroacoustic protocol adapted to map the bathymetry, bottom type, habitat (*e.g.* macrophytes) and fish and plankton densities in the pelagic zone (depth > 2 m) of lakes and reservoirs at the scale of habitat heterogeneity, and to investigate ways to use size- and frequency-based acoustic data to evaluate aquatic ecosystem structure, function, and productivity.
- Mesoscale modeling of fish habitat use in the littoral zone of lakes and reservoirs (*Lead: Daniel Boisclair, Université de Montréal*); The purpose of this project is to conduct a comparative analysis of habitat use models (relationships between metrics of productive capacity and environmental conditions estimated at the scale of mesohabitats) developed for the littoral zone (depth < 3 m) of lakes and reservoirs using different sampling strategies (time of day and sampling gears).

List of Student Projects related to this component:

- **Acoustic measures of habitat usage by fishes in a lake and reservoir**
– Laura Wheeland (M.Sc. Memorial University of Newfoundland)
- **Aquatic community structure-productivity based on acoustic size and frequency** – Riley Pollom (M.Sc. Memorial University of Newfoundland)

Outcomes/Deliverables:

- Protocols adapted to map the bathymetry, bottom type, habitat (*e.g.* macrophytes) and fish and plankton densities in the pelagic zone (depth > 2 m) of lakes and reservoirs at the scale of habitat heterogeneity,
- Approaches to use size- and frequency-based acoustic data to evaluate aquatic ecosystem structure, function, and productivity.
- Sampling strategy that best estimate/predict metrics of productive capacity in the littoral zone of lakes and reservoirs;
- The relative roles of local, lateral, and contextual variables on metrics of productive capacity;
- Evaluation of the potential difference between estimates of metrics of productive capacity between the day and the night.

Benefits from this research:

This component is expected to contribute to the development of standardized methods and survey designs to estimate the productive capacity of fish habitats in lakes and reservoirs, and hence, to streamline the process by which impact studies are conducted in these ecosystems. 💧



Laura Wheeland, candidate à la maîtrise / M.Sc. Candidate

Memorial University of Newfoundland

Superviseur / Supervisor : Dr. George Rose

Participants / Participants : Dr. Daniel Boisclair, Dr. Rodolphe Devillers

Code de projet / Project Code : 2.1.1

MESURES ACOUSTIQUES DE L'UTILISATION DE L'HABITAT PAR LES POISSONS DANS UN LAC ET DANS UN RÉSERVOIR

Contexte :

Cette recherche vise à utiliser des techniques acoustiques pour aborder certaines des questions qui se posent quand des populations de poissons et leur habitat subissent les conséquences de la création d'un réservoir. On a besoin d'avoir de meilleures méthodes pour évaluer l'abondance, la distribution, la productivité et l'utilisation de l'habitat des poissons dans des zones utilisées pour l'hydroélectricité.

Description :

L'hydroacoustique, la télémétrie et l'échantillonnage physique sont utilisés dans le Lac du Bonnet et le Lac Manigotagan au Manitoba pour quantifier les populations de poissons et cartographier la bathymétrie, les macrophytes et les types de substrat afin de déterminer la distribution des poissons par rapport aux parcelles d'habitat. Ces méthodes seront utilisées pour évaluer les préférences des poissons et l'importance relative des différents types d'habitat dans la capacité productive de l'habitat du poisson.

Résultats :

- Contribuer au développement des méthodes hydroacoustiques en eau peu profonde
- Comprendre la variation des préférences d'utilisation de l'habitat des poissons

ACOUSTIC MEASURES OF HABITAT USAGE BY FISHES IN A LAKE AND RESERVOIR

Rationale:

This research aims to use acoustic techniques to address some of the questions that arise when fish populations and habitat are impacted by the creation of a reservoir. There is a need for improved methods of assessing fish abundance, distribution, productivity and habitat use in areas utilized for hydropower.

Description:

Hydroacoustics, telemetry and physical sampling are used in Lac du Bonnet and Manigotagan Lake in Manitoba to quantify fish stocks and map bathymetry, macrophytes and substrate types in order to determine the distribution of fishes relative to habitat patches. This will be used to assess fish preferences and the relative importance of different habitat types on the productive capacity of fish habitat.

Outcomes:

- Contribute to the development of shallow-water hydroacoustic methods
- Understanding of the variation in habitat use preferences of fishes



Profits découlant de cette recherche :

Acquérir une compréhension de l'utilisation relative des habitats afin d'évaluer l'impact des développements hydroélectriques sur la capacité productive de l'habitat du poisson. Contribuer à une étude de faisabilité pour évaluer la possibilité d'introduire des méthodes hydroacoustiques dans des programmes de surveillance systématique. ♦

Benefits from this research:

Gain an understanding of relative habitat use in order to assess the impact of hydropower developments on the productive capacity of fish habitat. Contribute to a feasibility study assessing the possibility of introducing hydroacoustic methods to routine monitoring programs. ♦





Riley Pollom, candidat à la maîtrise / M.Sc. Candidate

Centre for Fisheries Ecosystems Research
Fisheries and Marine Institute of Memorial University, Newfoundland

Superviseur / Supervisor : Dr. George Rose

Participants / Participants : Manitoba Hydro, Dr. Daniel Boisclair, Dr. Rodolphe DeVillers, Laura Wheeland

Code de projet / Project Code : 2.1.1

STRUCTURE DE LA COMMUNAUTÉ AQUATIQUE- PRODUCTIVITÉ ESTIMÉE SUR LA BASE DE LA TAILLE ET DE LA FRÉQUENCE ACOUSTIQUE

Objectif :

Évaluer la relation spatiale entre les caractéristiques de l'habitat et la productivité des poissons dans un lac et un réservoir du Manitoba en utilisant une technologie hydroacoustique. Élaborer des protocoles pour l'évaluation non invasive de la capacité de production des habitats du poisson.

Description :

Des relevés hydroacoustiques seront effectués de manière répétée dans un lac et un réservoir du centre du Manitoba afin d'obtenir des données spatiales de haute résolution concernant la productivité des poissons de pêche. Les caractéristiques de l'habitat, y compris le type de fond, les données bathymétriques et les informations sur les proies comme les poissons planctonophages et le plancton seront superposées aux données sur la productivité des poissons pour quantifier la qualité de l'habitat. De plus grandes espèces de poissons seront également identifiées par marquage acoustique, de manière à obtenir des données en temps réel sur le mouvement des poissons au sein des parcelles d'habitat et entre celles-ci.

AQUATIC COMMUNITY STRUCTURE-PRODUCTIVITY BASED ON ACOUSTIC SIZE AND FREQUENCY

Rationale:

To assess the spatial relationship between habitat characteristics and fish productivity in a Manitoba lake and reservoir using hydroacoustic technology. Developing protocols for non-invasive assessment of the productive capacity of fish habitats.

Description:

One lake and one reservoir in central Manitoba will each be surveyed repeatedly using hydroacoustic systems in order to obtain high-resolution spatial data regarding game fish productivity. Habitat characteristics, including bottom type, bathymetric data, and information about prey items such as planktivorous fish and plankton will be overlain on top of fish productivity data to quantify habitat quality. Larger fish species will also be acoustically tagged to gain near real-time data about fish movement between and among habitat patches.



Résultats :

- Modèle géostatistique pour évaluer les relations spatiales entre la productivité du poisson et les caractéristiques de l'habitat.
- Quantification du rôle du phytoplancton, du zooplancton, de la bathymétrie, du type de fond et des propriétés des thermoclines sur la CPHP.

Profits découlant de cette recherche :

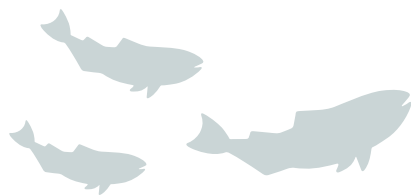
- Fournir un ensemble de protocoles pour évaluer la capacité de production des habitats du poisson en utilisant l'hydroacoustique non invasive. 🌊

Outcomes:

- Geostatistical model to assess spatial relationships between fish productivity and habitat characteristics.
- Quantification of the role of phytoplankton, zooplankton, bathymetry, bottom type, and thermocline properties on PCFH.

Benefits from this research:

- Providing a set of protocols to assess the productive capacity of fish habitats using non-invasive hydroacoustics. 🌊





Composante 2.2 d'HydroNet: PRÉDICTION DE LA VULNÉRABILITÉ À L'ENTRAÎNEMENT DES POISSONS DANS LES RÉSERVOIRS HYDROÉLECTRIQUES.

Contexte :

L'entraînement des poissons est le processus par lequel les poissons sont involontairement et accidentellement déplacés des réservoirs avec les dérivations d'eau à travers les turbines et autres structures de déversement de l'eau dans les barrages. L'entraînement des poissons adultes pourrait occasionner des pertes significatives pour une population et être particulièrement délétère pour des espèces qui sont déjà menacées, comme l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*). Peu d'évaluations ont été menées sur la vulnérabilité à l'entraînement des poissons adultes qui habitent des réservoirs hydroélectriques. En intégrant les propriétés hydrodynamiques et thermiques d'un grand réservoir hydroélectrique avec le mouvement de poissons adultes appartenant à des espèces importantes, il sera possible d'élaborer un cadre général pour évaluer l'entraînement des poissons et ultimement produire des informations nécessaires pour diriger des programmes de gestion correctement étayés.

Description :

Le thème 2.2 a quatre objectifs généraux qui abordent chacun la vulnérabilité des poissons à l'entraînement dans un réservoir de centrale hydroélectrique. Ces objectifs sont d'examiner les propriétés hydrauliques du réservoir à différents sites du barrage, d'utiliser la biotélémétrie à échelle approximative et à échelle fine afin d'étudier l'écologie spatiale de l'omble à tête plate et de la lotte (*Lota lota*) au cours de plusieurs saisons, de déterminer les propriétés thermiques du réservoir tout au long de l'année, et de recommander des mesures d'atténuation pour réduire la vulnérabilité à l'entraînement et le taux d'entraînement. Ces objectifs sont décrits plus en détail ci-dessous :

- Élaborer un modèle de vulnérabilité à l'entraînement basé sur les conditions hydrauliques et la géométrie du réservoir : (*Responsable : David Zhu, University of Alberta; Collaborateurs : David Patterson, MPO-Pacifique; Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins, BC Hydro*). Les objectifs spécifiques de cette composante sont de généraliser la connaissance de l'hydraulique d'écoulement induit par les prises d'eau en différents sites, sous différents régimes de stratification des températures et pour différents niveaux de réservoir, et différentes opérations d'hydroélectricité.
- Stratégies pour réduire la vulnérabilité à l'entraînement sur la base du comportement et des exigences thermiques des poissons : (*Responsables : Steven Cooke, Carleton University; Michael Power, University of Waterloo; Collaborateurs : Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins, BC Hydro*). Les objectifs spécifiques de cette composante sont de déterminer les caractéristiques biotiques qui influencent la vulnérabilité à l'entraînement de l'omble à tête plate et de la lotte, en utilisant la biotélémétrie acoustique pour suivre le comportement, notamment la distribution en profondeur, le choix de température et les mouvements au sein d'un réservoir (réservoir de Kinbasket, BC), y compris le repérage au mètre près dans le bief d'amont du barrage (barrage de Mica).
- Aspects thermiques de la vulnérabilité du poisson à l'entraînement dans le réservoir de Kinbasket, applicables à d'autres grandes installations hydroélectriques au Canada :

(Responsables : David Patterson, DFO; Steven Cooke, Carleton University; Collaborateurs : Mike Power, University of Waterloo; David Zhu, University of Alberta; Alf Leake, BC Hydro).

Les objectifs spécifiques de ce projet sont de déterminer les modalités de variation des propriétés thermiques d'un réservoir en fonction de la saison et des opérations hydroélectriques, de manière à influencer la vulnérabilité à l'entraînement de diverses espèces clés de poissons.

- **Les mesures d'atténuation visant à réduire la vulnérabilité à l'entraînement d'espèces clés de poissons :** (Responsables : David Zhu, University of Alberta; Steven Cooke, Carleton University; Michael Power, University of Waterloo; Collaborateurs : David Patterson, MPO-Pacifique; Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins, BC Hydro). Les objectifs spécifiques de cette composante sont de déterminer comment diverses options d'atténuation physique (telles que filets de retenue, écrans thermiques) affectent les champs d'écoulement en amont, et quels résultats ces options permettent d'obtenir dans différentes conditions hydrauliques et selon les opérations en cours.

Liste des projets actuels d'étudiants reliés à cette composante :

- **Conditions hydrauliques au barrage de Hugh Keenleyside**
– Beth Robertson (Maîtrise, Alberta)
- **Investigation sur le terrain de l'hydraulique dans le bief d'amont des installations hydroélectriques de la rivière Columbia** – Mat Langford (Doctorat, Alberta)
- **Effet de la stratification thermique sur les champs d'écoulement induits par les prises d'eau hydroélectriques** – Rashedul Islam (Doctorat, Alberta)
- **Aspects biotiques et abiotiques du risque d'entraînement de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans le réservoir de Kinbasket** – Lee Gutowsky (Doctorat, Carleton)
- **L'écologie thermique et spatiale et le risque d'entraînement associé de la lotte (*Lota lota*) dans un grand réservoir hydroélectrique en Colombie-Britannique, au Canada**
– Philip Harrison (Doctorat, Waterloo)
- **Risque d'entraînement de la lotte (*Lota lota*) et de l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) dans un grand réservoir hydroélectrique : cartographie des zones d'entraînement et relation entre les mouvements des poissons et l'hydraulique d'écoulement dans le réservoir** – Eduardo Martins (Postdoc, Carleton)

Résultats/Livrables :

- Déterminer les relations entre la vulnérabilité à l'entraînement, les taux d'entraînement et les propriétés thermiques ainsi que la dynamique d'écoulement induite par les prises d'eau;
- Développer des options d'atténuation adaptées pour réduire la vulnérabilité à l'entraînement.

Profits découlant de ces recherches :

L'approche intégrative adoptée dans cette composante apportera une meilleure compréhension de l'écologie spatiale de l'omble à tête plate et de la lotte, ainsi que des facteurs biotiques et abiotiques influençant leur vulnérabilité à l'entraînement, et fournira les outils permettant d'évaluer et d'atténuer l'entraînement des poissons dans d'autres réservoirs, au Canada et à l'étranger. ♦



HydroNet Component 2.2: PREDICTING THE ENTRAINMENT RISK OF FISH IN HYDROPOWER RESERVOIRS

Rationale:

Fish entrainment is the process where fish are non-volitionally and coincidentally displaced from reservoirs with water diversions through turbines or other water release structures at dams. Adult fish entrainment could represent significant losses to a population and be particularly detrimental to species that are already imperilled, such as bull trout (*Salvelinus confluentus*). Few evaluations have been conducted on the entrainment vulnerability of adult fish that inhabit hydropower reservoirs. By integrating hydrodynamic and thermal properties of a large hydropower reservoir with the movement of important adult fish species, it will be possible to develop a generalized framework for assessing fish entrainment and ultimately produce the information needed to direct well informed management programs.

Description:

Theme 2.2 has four general objectives that each addresses fish entrainment vulnerability in a hydropower reservoir. These objectives are to examine the hydraulic properties of the forebay at different dam sites, use coarse- and fine-scale biotelemetry to study the spatial ecology of bull trout and burbot (*Lota lota*) over multiple seasons, identify reservoir thermal properties throughout the year, and recommend mitigative measures to reduce entrainment vulnerability and entrainment rate. The following describes these objectives in more detail:

- Developing a model of entrainment vulnerability based on hydraulic conditions and forebay geometry: (Lead: David Zhu, University of Alberta; Collaborators: David Patterson, DFO-Pacific; Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins, BC Hydro). The specific objectives of this component are to generalize the knowledge of intake-induced flow hydraulics for different sites, under various temperature stratification regimes and reservoir levels, and different hydropower operations.
- Strategies to reduce entrainment vulnerability based on the behaviour and thermal requirements of fish: (Leads: Steven Cooke, Carleton University; Michael Power, University of Waterloo; Collaborators: Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins, BC Hydro). The specific objectives of this component are to determine the biotic characteristics that influence the entrainment vulnerability of bull trout and burbot by using acoustic biotelemetry to track behaviour such as depth distribution, temperature selection and movement throughout a reservoir (Kinbasket Reservoir, BC), including sub-meter tracking in front of the dam face (Mica Dam).
- Thermal aspects of fish entrainment vulnerability in Kinbasket reservoir with relevance to other large hydropower facilities in Canada: (Leads: David Patterson, DFO; Steven Cooke, Carleton University; Collaborators: Mike Power, University of Waterloo; David Zhu, University of Alberta; Alf Leake, BC Hydro). The specific objectives of this project will determine how reservoir thermal properties vary seasonally and with respect to hydropower operations to influence entrainment vulnerability for a variety of key fish species
- The mitigative measures for reducing entrainment vulnerability to key fish species: (Leads: David Zhu, University of Alberta; Steven Cooke, Carleton University; Michael Power, University of Waterloo; Collaborators: David Patterson, DFO-Pacific; Alf Leake, BC Hydro; Paul Higgins,

BC Hydro). The specific objectives of this component are to determine how physical mitigation alternatives (such as barrier nets, thermal curtains, *etc.*) affect upstream flow fields and how various mitigation options perform under various hydraulic and operation conditions

List of current student related projects:

- Hydraulics of Hugh Keenleyside dam – Beth Robertson (M.Sc. Alberta)
- Field investigation of forebay hydraulics at Columbia River hydropower facilities – Mat Langford (Ph.D. Alberta)
- Effect of thermal stratification on hydropower intake induced flow-field – Rashedul Islam (Ph.D. Alberta)
- Biotic and abiotic aspects of entrainment risk in bull trout (*Salvelinus confluentus*) in Kinbasket Reservoir – Lee Gutowsky (Ph.D. Carleton)
- The thermal and spatial ecology, and associated entrainment risk of burbot (*Lota lota*) in a large hydropower reservoir in British Columbia, Canada – Philip Harrison (Ph.D. Waterloo)
- Entrainment risk of burbot (*Lota lota*) and bull trout (*Salvelinus confluentus*) in a large hydropower reservoir – Eduardo Martins (Post-doc Carleton)

Outcomes /Deliverables:

- Determine entrainment vulnerability and rates in relation to thermal properties and intake-induced flow dynamics
- Develop suitable mitigative options for reducing vulnerability to entrainment

Benefits from this research:

The integrative approach used in this component will provide a better understanding of the spatial ecology of bull trout and burbot, as well as the biotic and abiotic factors influencing their entrainment vulnerability, and deliver the tools for assessing and mitigating entrainment of fish in other reservoirs in Canada and abroad. 💧



C. Beth Robertson, étudiante à la maîtrise / M.Sc. student

University of Alberta

Superviseur / Supervisor : Dr. David Zhu, University of Alberta

Participants / Participants : Alf Leake, BC Hydro

Code de projet / Project Code : 2.2.1

CONDITIONS HYDRAULIQUES AU BARRAGE DE HUGH KEENLEYSIDE

Contexte :

L'entraînement des poissons a lieu lorsque les poissons résidents passent à travers les structures de déversement d'eau d'un réservoir, provoquant leur déplacement et éventuellement des blessures ou la mort. Le risque d'entraînement des poissons est fonction aussi bien des caractéristiques d'écoulement du réservoir que des caractéristiques comportementales des poissons. Cette étude multidisciplinaire combinera la recherche hydraulique et la recherche biologique pour étudier ce risque.

Description :

Des modèles tridimensionnels de dynamique des fluides numérique (DFN) seront utilisés pour étudier les champs de vitesse induits par les prises d'eau dans des réservoirs situés sur le bassin de la rivière Columbia en Colombie-Britannique. Des études techniques seront menées sur le terrain pour collecter des mesures détaillées de vitesse en utilisant un profileur de courant acoustique à effet Doppler, et ces mesures seront utilisées dans les modèles DFN pour les valider et les améliorer. On s'emploiera également à examiner et analyser les données sur la distribution des températures de l'eau et la manière dont celle-ci est affectée par la dynamique du réservoir et/ou les opérations de prise d'eau du réservoir.

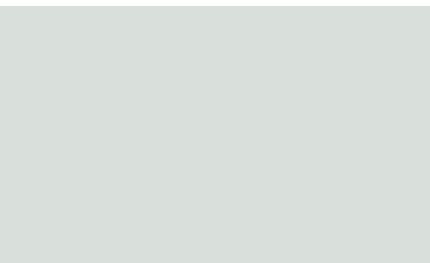
HYDRAULICS OF HUGH KEENLEYSIDE DAM

Rationale:

Fish entrainment occurs when resident fish are passed through a dam's water release structures, resulting in displacement and possibly injury or death. Fish entrainment risk is a function of both reservoir flow characteristics and fish behavioural characteristics. This multi-disciplined study will combine both hydraulic and biological research to study this risk.

Description:

Three dimensional computational fluid dynamic (CFD) models will be used to study the intake-induced velocity fields at reservoirs located on the Columbia River system in British Columbia. Engineering field programs will be conducted to collect detailed velocity measurements using an acoustic Doppler current profiler for input into the CFD models for model validation and refinement. Furthermore, a review and analysis of collected water temperature profile data and how it is affected by reservoir dynamics and/or dam intake operations will be undertaken.



Résultats :

- Modèles DFN de plusieurs réservoirs de BC Hydro pour évaluer les divers effets opérationnels des prises d'eau sur les régimes de vitesse
- Une meilleure compréhension de l'impact des opérations hydroélectriques sur les régimes thermiques et la dynamique des réservoirs

Profits découlant de cette recherche :

Cette recherche aidera à développer une meilleure compréhension du comportement des poissons au sein d'un réservoir et de la manière dont ceux-ci sont affectés par les opérations des installations hydroélectriques. L'objectif d'ensemble est d'élaborer des méthodes générales d'évaluation du risque d'entraînement des poissons au sein des réservoirs afin d'appuyer les décisions concernant le fonctionnement des installations visant à atténuer ce risque. ♡



Outcomes:

- CFD models of several BC Hydro reservoirs to assess various intake operational effects on velocity regimes
- A better understanding of the impact of hydropower operations on thermal regimes and reservoir dynamics

Benefits from this research:

This research will help develop a better understanding of fish behaviour within a reservoir and how they are affected by the operation of hydropower facilities. The overall objective is to develop general methods to assess the risk of fish entrainment within reservoirs in order to aid in facility operation decisions to mitigate these risks. ♡



Mat Langford, étudiant au doctorat / Ph.D. student

University of Alberta

Superviseur / Supervisor : Dr. David Zhu, University of Alberta

Participants / Participants : Alf Leake, BC Hydro

Code de projet / Project Code : 2.2.1

INVESTIGATION SUR LE TERRAIN DE L'HYDRAULIQUE DANS LE BIEF AMONT DES INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES DE LA RIVIÈRE COLUMBIA.

Contexte :

L'entraînement des poissons induit par le fonctionnement des centrales hydroélectriques traite du scénario dans lequel les poissons résidents dans le réservoir en amont passent involontairement à travers la structure. Il est nécessaire de modéliser l'hydraulique du bief d'amont et d'évaluer de risque d'entraînement pour que les installations hydroélectriques puissent avoir un fonctionnement respectueux de l'environnement.

Description :

La présente recherche inclura l'examen et l'élaboration de modèles de dynamique des fluides numérique (DFN) pour prédire les champs de vitesse dans les zones du bief d'amont des barrages de Mica, Revelstoke, Hugh Keenleyside et Aberfeldie du bassin de la rivière Columbia. Ces modèles seront étalonnés et vérifiés par rapport aux mesures de champs d'écoulement effectuées sur le terrain, dans des conditions d'isothermie ou de stratification thermique du réservoir. Les champs d'écoulement seront mesurés en utilisant un profileur de courant acoustique à effet Doppler, et un suivi permanent du régime thermique du réservoir sera effectué pendant une durée prolongée.

Résultats :

- Un modèle numérique tridimensionnel pour évaluer l'hydraulique du bief d'amont d'un barrage dans différentes conditions opérationnelles.
- Une compréhension de l'impact de la génération d'hydroélectricité sur les conditions physiques (hydraulique et thermique) des réservoirs hydroélectriques d'amont.

FIELD INVESTIGATION OF FOREBAY HYDRAULICS AT COLUMBIA RIVER HYDROPOWER FACILITIES

Rationale:

Hydropower induced fish entrainment deals with the scenario in which resident fish in the upstream reservoir are involuntarily passed through the structure. Forebay hydraulic modelling and assessment of this risk is necessary for the environmentally sound operation of these facilities.

Description:

The research will include the review and development of computational fluid dynamic (CFD) models to predict the velocity fields in the forebay areas of the Mica, Revelstoke, Hugh Keenleyside and Aberfeldie dams in the Columbia River Basin. These models will be calibrated and verified against field measurements of the flow fields completed under conditions where the reservoir temperature is both isothermal and thermally stratified. Flow field data will be measured using an acoustic Doppler current profiler and the reservoirs thermal regime will be continually monitored for an extended duration.

Outcomes:

- A three-dimensional numerical model to assess a dam's forebay hydraulics under various operational scenarios.
- An understanding of the impact of hydropower generation on the physical (hydraulic and thermal) conditions on upstream hydropower reservoirs.

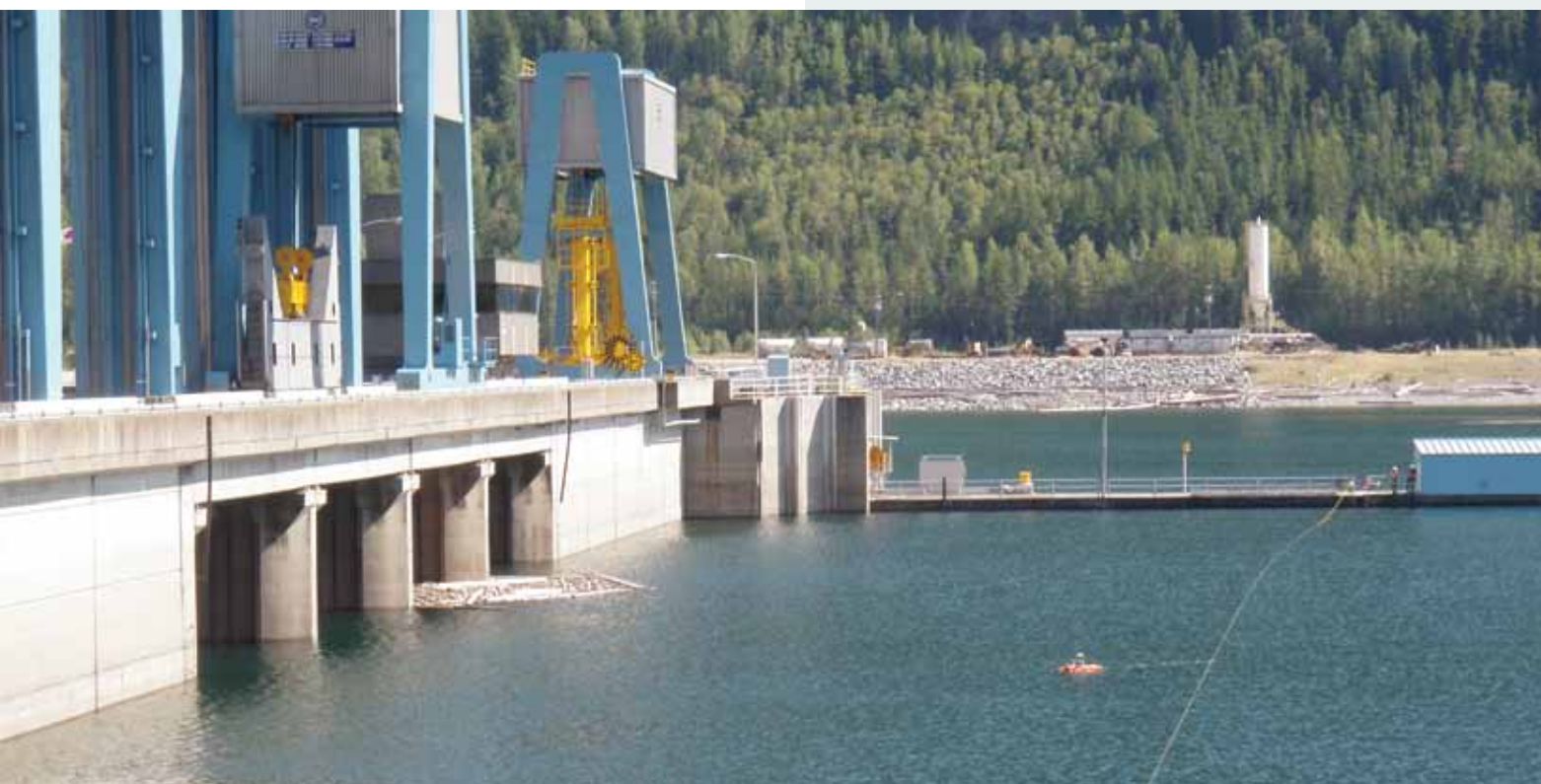


Profits découlant de cette recherche :

Un modèle de DFN en 3D peut être utilisé pour prédire quelles parties du bief d'amont constituent un risque particulier d'entraînement pour des espèces de poissons dans différentes conditions opérationnelles. Cela permettra à l'installation d'évaluer le risque d'entraînement des poissons et de se concentrer sur les zones à haut risque pour les mesures d'atténuation, s'il y a lieu. ♦

Benefits from this research

A 3D CFD model can be used to predict which areas of the forebay are of particular entrainment risk to fish species under varying operational conditions. This will allow the utility to assess fish entrainment risk, and focus mitigation measures on areas of high risk for fish entrainment, if required. ♦





Md. Rashedul Islam, Ph.D.

University of Alberta

Superviseur / Supervisor : Dr. David Zhu

Collaborateur / Collaborator : Alf Leake, Mat Langford, Beth Robertson

Code de projet / Project Code : 2.2.1

EFFET DE LA STRATIFICATION THERMIQUE SUR LES CHAMPS D'ÉCOULEMENT INDUITS PAR LES PRISES D'EAU HYDROÉLECTRIQUES

Contexte :

La stratification des températures en été peut affecter de manière significative le champ d'écoulement induit par les prises d'eau dans un barrage hydroélectrique, ce qui peut influencer le profil d'entraînement des poissons. L'objectif de cette étude est d'accroître notre connaissance des effets de la stratification sur le champ d'écoulement induit par les prises d'eau.

Description :

En été, les eaux du lac deviennent stratifiées et se divisent en deux couches distinctes. En surface, l'eau se réchauffe à cause des rayons solaires, tandis qu'au fond l'eau reste plus froide. Les prises d'eau pour l'hydroélectricité peuvent retirer sélectivement une seule des deux couches (eau froide ou eau chaude), ou les deux; ce que l'on peut identifier par un nombre densimétrique de Froude développé par Craya. Le nombre densimétrique de Froude ne prend pas en considération les effets de bord et par conséquent, il n'est pas applicable lorsque les prises d'eau sont situées près du fond. Cette limitation est surmontée dans la présente étude grâce à la formulation d'un nombre densimétrique de Froude qui prend en considération les effets de bord.

EFFECT OF THERMAL STRATIFICATION ON HYDROPOWER INTAKE INDUCED FLOW-FIELD

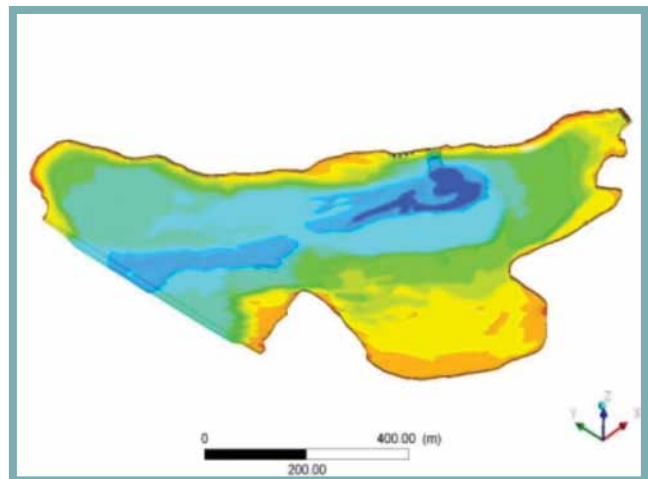
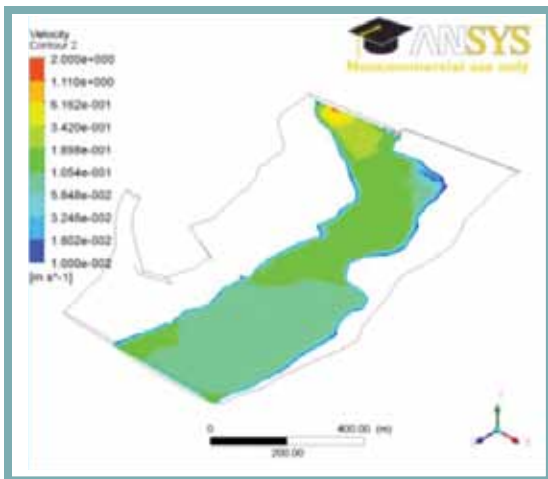
Rationale:

Temperature stratification in Summer can significantly affect the intake induced flow-field of a hydropower dam, which in turn can affect the fish entrainment pattern. The objective of this study is to extend our knowledge on the effect of stratification on the intake induced flow field.

Description:

In Summer, lake water becomes stratified and is divided into two distinct layers. Surface water gets warmer due to the solar radiation, and the bottom water remains colder. The hydropower intake can either selectively withdraw only one layer (cold or warm water) or both the layers; which can be identified by a densimetric Froude number developed by Craya. The Craya's Froude number does not consider the effect of boundary, and therefore, is not applicable when the intake is located close to the bottom. This study overcomes the limitation by formulating a densimetric Froude number, which considers the effect of boundary.

This study successfully applied Computational Fluid Dynamic (CFD) solver in simulating selective withdrawal scenario by formulating its boundary conditions. The solver has been used in generating flow field for the Hugh Keenleyside Dam, John Hart Dam, and Aberfeldie Dam,



Un résolveur de dynamique des fluides numérique (DFN) a été appliqué avec succès dans cette étude pour simuler un scénario de retrait sélectif en formulant les conditions de bord. Le résolveur a été utilisé pour générer des champs d'écoulement pour les barrages de Hugh Keenleyside, John Hart et Aberfeldie, tous situés en Colombie-Britannique. Les données issues de ce modèle ont été utilisées par BC Hydro pour évaluer le risque d'entraînement des poissons.

Résultats :

- Formulation d'un nombre densimétrique de Froude qui prend en considération l'effet de bord dans le scénario de retrait sélectif.
- Formulation des conditions de bord pour le résolveur de DFN en vue de simuler le scénario de retrait sélectif.
- Analyse du champ d'écoulement induit par les prises d'eau et affecté par la stratification des températures.

Profits découlant de cette recherche :

Cette étude aidera à mieux évaluer le champ d'écoulement induit par les opérations du barrage en été. Cela aidera à mieux comprendre le profil de mouvement et le risque d'entraînement des poissons, la sédimentation dans le réservoir, etc. ainsi que d'autres phénomènes induits par l'écoulement. 💧

all located in BC. The modeled data have been used by BC Hydro for fish risk assessment.

Outcomes:

- Formulation of a densimetric Froude number which considers the boundary effect on the selective withdrawal scenario.
- Formulation of the boundary conditions for the CFD solver to simulate the selective withdrawal scenario.
- Analyzed the intake induced flow-field affected by the stratification.

Benefits from this research:

This study will help to better assess the velocity field induced by the dam operations in Summer. This in turn will help to better understand the fish movement pattern and entrainment risk, reservoir sedimentation, *etc.* and other flow induced phenomena. 💧





Lee Gutowsky candidat au doctorat / Ph.D. Candidate

Ecology and Conservation Physiology Laboratory, Carleton University, ON.

Superviseur / Supervisor : Dr. Steven Cooke
(Ecology and Conservation Physiology Laboratory, Carleton University)

Co-superviseur / Co-supervisor: Dr. Michael Power
(Department of Biology, University of Waterloo, ON.)

Participants / Participants : Dr. Suzie Currie, Mount Allison University

Code de projet / Project Code : 2.2.2

ASPECTS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DU RISQUE D'ENTRAÎNEMENT DE L'OMBLE À TÊTE PLATE (*SALVELINUS CONFLUENTUS*) DANS LE RÉSERVOIR DE KINBASKET.

Contexte :

Peu d'évaluations ont été menées sur la vulnérabilité à l'entraînement des poissons adultes. L'entraînement des poissons adultes pourrait occasionner des pertes significatives pour une population et être particulièrement délétère pour des espèces qui sont déjà menacées, comme l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*). En suivant passivement le mouvement d'ombles à tête plate adultes en migration dans un grand réservoir hydroélectrique, il sera possible d'estimer la vulnérabilité à l'entraînement et d'identifier l'écologie spatiale d'une espèce qui est non seulement menacée dans toute son aire de répartition, mais qui est également moins connue que les autres ombles.

Description :

Des émetteurs de télémétrie ont été implantés par chirurgie sur 190 ombles à tête plate adultes, et un réseau de télémétrie comprenant 43 récepteurs, y compris un récepteur en aval, a été installé dans le réservoir de Kinbasket. Le réseau de télémétrie a été stratégiquement conçu de manière à maximiser la couverture et la probabilité qu'un omble à tête plate marqué rencontre un récepteur.

BIOTIC AND ABIOTIC ASPECTS OF ENTRAINMENT RISK IN BULL TROUT (*SALVELINUS CONFLUENTUS*) IN KINBASKET RESERVOIR.

Rationale:

Few evaluations have been conducted on the entrainment vulnerability of adult fish. Entrainment of adult fish could represent significant losses to a population and be particularly detrimental to species' that are already imperilled, such as bull trout (*Salvelinus confluentus*). By passively tracking the movement of adult migratory bull trout in a large hydropower reservoir, it will be possible to estimate entrainment vulnerability and identify the spatial ecology of a species that is not only threatened throughout its range, but also poorly understood compared to other charrs.

Description:

Approximately 190 adult bull trout were surgically implanted with coded telemetry transmitters and a telemetry array comprised of 43 receivers including a downstream receiver was installed in Kinbasket reservoir. The telemetry array was strategically designed to maximize coverage and the likelihood that a tagged bull trout would encounter a receiver.



Résultats :

- Fournir des informations importantes sur l'écologie spatiale et la distribution en profondeur de l'omble à tête plate migrateur en chaque saison, y compris sous la glace.
- Fournir un modèle statistique qui permette de prédire la vulnérabilité à l'entraînement en fonction de facteurs biologiques (*p. ex.* la taille) et abiotiques (*p. ex.* la saison).

Implications et retombées positives :

Cette composante utilise une approche intégrative pour répondre à des questions de nature pratique et scientifique, et elle fournira les outils pour gérer d'autres réservoirs concernés et leurs populations de poissons, en Colombie-Britannique et à l'étranger. Cette recherche utilise aussi une approche de réseautage entre l'industrie et le gouvernement, ce qui est une stratégie prudente pour guider le développement responsable et durable de l'hydroélectricité au Canada. 💧

Outcomes:

- Provide important information about the spatial ecology and depth distribution of migratory bull trout in each season including under ice.
- Deliver a statistical model that will predict entrainment vulnerability based on biological (*e.g.* size) and abiotic (*e.g.* season) factors.

Significance and benefits:

This project uses an integrative approach to answering management and science based questions and will deliver the tools for managing other relevant reservoirs and their fish populations in BC and abroad. This research also uses a networking approach between industry and government that is a prudent strategy to guiding responsible and sustainable development of hydropower in Canada. 💧





Philip M Harrison, candidat au doctorat / Ph.D. Candidate

University of Waterloo

Superviseur / Supervisor: Dr Michael Power (University of Waterloo)

Co-superviseur / Co-supervisor: Dr Steven J Cooke (Carleton University)

Participants / Participants: Lee Gutowsky (Carleton University), Eduardo Martins (Carleton University), David Patterson (MPO West Vancouver), Alf Leake (BC Hydro)

Code de projet / Project Code: 2.2.2

L'ÉCOLOGIE THERMIQUE ET SPATIALE ET LE RISQUE D'ENTRAÎNEMENT ASSOCIÉ À LA LOTTE (*LOTA LOTA*) DANS UN GRAND RÉSERVOIR HYDROÉLECTRIQUE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE, AU CANADA.

THE THERMAL AND SPATIAL ECOLOGY, AND ASSOCIATED ENTRAINMENT RISK OF BURBOT (*LOTA LOTA*) IN A LARGE HYDRO-POWER RESERVOIR IN BRITISH COLUMBIA, CANADA.

Contexte :

Compte tenu de l'augmentation globale de la demande en hydroélectricité, il sera essentiel d'améliorer notre connaissance de la manière dont la lotte interagit avec les installations hydroélectriques et leurs opérations, afin d'assurer la conservation de cette espèce de poisson importante pour la pêche récréative et la pêche de subsistance. Cela pourra aussi contribuer à notre compréhension du comportement de tous les autres poissons dans les systèmes hydroélectriques.

Description :

Beaucoup de populations vers la limite sud de l'aire de répartition de la lotte sont menacées, en péril ou disparues du Canada, et le développement de l'infrastructure hydroélectrique est impliqué dans ce déclin. Ma recherche porte particulièrement sur les réservoirs de Kinbasket et de Mica en Colombie-Britannique, et elle utilise trois études spécifiques et reliées sur la lotte; 1) une étude sur trois ans d'écologie thermique et spatiale, consistant à surveiller continuellement la température et la profondeur de 70 lottes marquées en utilisant un réseau de télémétrie couvrant tout le lac; 2) un projet de thermométrie des otolithes développant une nouvelle méthode de production d'équations de fractionnement et une équation spécifique de la lotte; 3) une étude du comportement des lottes au

Rationale:

Given the global increase in demand for hydropower, improving our knowledge of how burbot interact with hydropower infrastructure and operations will be essential for the future conservation of this important recreational and subsistence fishery species, and may shed light on the behaviour of all fishes in hydropower systems.

Description:

Many populations towards the southern end of the burbot range are threatened, endangered or extirpated and the development of hydropower infrastructure has been implicated in this decline. My research focuses on Kinbasket Reservoir and Mica Dam, British Columbia, and utilizes three linked burbot specific studies; 1) a 3 year thermal and spatial ecology study continuously monitoring the temperature and depth of 70 tagged burbot using a lake-wide telemetry array; 2) an otolith thermometry project developing a novel fractionation equation production method and a burbot specific equation; 3) a study of burbot behaviour in the vicinity of turbine intakes utilizing a positional acoustic telemetry array designed to provide sub-metre real-time 3D tracks of 56 burbot within the entrainment zone.



voisinage des prises d'eau des turbines en utilisant un réseau de télémétrie acoustique conçu pour suivre en temps réel, en trois dimensions et avec une précision inférieure au mètre les trajectoires de 56 lottes au sein de la zone d'entraînement.

Résultats :

- Une meilleure compréhension de l'écologie thermique et spatiale de la lotte dans les systèmes hydroélectriques et de l'influence des opérations hydroélectriques sur le comportement de la lotte;
- Une équation de fractionnement qui peut être utilisée pour déduire, à partir des otolithes d'une espèce holarctique, les températures des eaux dans lesquelles évoluent ces poissons tout au long de leur vie;
- Une quantification des facteurs qui influencent le risque d'entraînement de la lotte

Profits découlant de ces recherches :

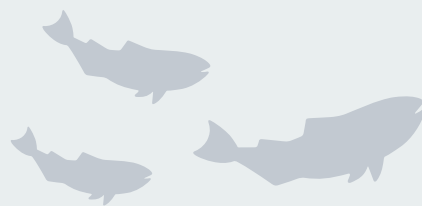
Ma recherche fournira aux autorités réglementaires et à l'industrie hydroélectrique une évaluation quantitative de la vulnérabilité de la lotte à l'entraînement et apportera des informations pour étayer la conception de toute stratégie nécessaire en vue d'atténuer, minimiser et compenser l'entraînement, et par conséquent assistera les deux parties dans l'accomplissement de leur obligation de «maintenir la productivité de l'habitat du poisson dans les eaux intérieures.» ♦

Outcomes:

- An increased understanding of burbot thermal and spatial ecology in hydropower systems and the influence of hydropower operations on burbot behaviour;
- A fractionation equation that can be used to infer life-time environmental water temperatures from the otoliths of a holarctic distributed species;
- A quantification of the factors that influence burbot entrainment risk

Benefits from this research:

My research will provide regulatory authorities and the hydropower industry with a quantitative assessment of burbot entrainment vulnerability and will inform on the design of any necessary entrainment mitigation, minimization and compensatory strategies, and therefore assist both parties in meeting their obligation 'to maintain the fish habitat productivity of inland waters'. ♦





Eduardo Martins, chercheur postdoctoral / Post-doctoral Fellow
Carleton University

Superviseur / Supervisor : Dr. Steven Cooke, Carleton University

Co-superviseur / Co-supervisor: Dr. Mike Power, University of Waterloo

Participants / Participants : Lee Gutowsky (Carleton U.), Phil Harrison (U. Waterloo), David Patterson (DFO), Jayme Hills (DFO), Mat Langford (U. Alberta), Beth Robertson (U. Alberta), David Zhu (U. Alberta), Alf Leake (BC Hydro)

Code de projet / Project Code : 2.2.2

RISQUE D'ENTRAÎNEMENT DE LA LOTTE (*LOTA LOTA*) ET DE L'OMBLE À TÊTE PLATE (*SALVELINUS CONFLUENTUS*) DANS UN RÉSERVOIR HYDROÉLECTRIQUE IMPORTANT : CARTOGRAPHIE DES ZONES D'ENTRAÎNEMENT ET RELATION ENTRE LES MOUVEMENTS DES POISSONS ET L'HYDRAULIQUE D'ÉCOULEMENT DANS LE RÉSERVOIR

Contexte :

Les poissons qui utilisent des habitats proches des barrages sont susceptibles d'être involontairement déplacés des réservoirs (c.-à-d. entraînés) lorsque l'eau est détournée à travers les turbines pour générer de l'électricité. Cependant, on sait peu de chose sur la manière dont l'entraînement des poissons adultes non anadromes dans les réservoirs hydroélectriques est influencé par des facteurs biotiques (*p. ex.* sexe, taille, population, espèce) et abiotiques (*p. ex.* température, débit, saison, modes opérationnels des turbines).

Description :

Dans cette étude, nous utiliserons un système de télémétrie capable de positionner les poissons avec une précision inférieure au mètre pour étudier les mouvements à petite

ENTRAINMENT RISK OF BURBOT (*LOTA LOTA*) AND BULL TROUT (*SALVELINUS CONFLUENTUS*) IN A LARGE HYDROPOWER RESERVOIR: MAPPING ENTRAINMENT ZONES AND LINKING FISH MOVEMENT TO FOREBAY FLOW HYDRAULICS

Rationale:

Fish using habitats near dams are vulnerable to being non-volitionally displaced from reservoirs (*i.e.* entrained) when water is diverted through turbines for the generation of electricity. However, little is known on how entrainment of non-anadromous adult fish in hydropower reservoirs is influenced by biotic (*e.g.* sex, size, population, species) and abiotic (*e.g.* temperature, flow, season, turbine operational modes) factors.

Description:

In this study, we will use a telemetry system capable of positioning fish with sub-meter accuracy to study the fine-scale movement of acoustically-tagged burbot (*Lota lota*) and bull trout (*Salvelinus confluentus*) in the forebay of a large hydropower reservoir (Kinbasket Lake, Mica Dam) in the upper Columbia River, British Columbia. We will first use the fine-scale movement data to map the fish entrainment zone (FEZ) inside the forebay, where FEZ is defined as the volume immediately upstream of turbine intakes where the movement of fish toward the turbines is greater than a given probability (*e.g.* 90%). Secondly, we will analyze the



échelle des lottes (*Lota lota*) et des ombles à tête plate (*Salvelinus confluentus*) identifiés par marquage acoustique dans le bief d'amont d'un grand réservoir hydroélectrique (Kinbasket Lake, barrage de Mica) dans la partie supérieure de la Columbia River, en Colombie-Britannique. Nous commencerons par utiliser les données sur le mouvement à petite échelle pour cartographier la zone d'entraînement du poisson (ZEP) à l'intérieur du bief d'amont, la ZEP étant définie comme le volume immédiatement en amont des prises d'eau des turbines, où le mouvement des poissons vers les turbines est supérieur à une probabilité donnée (*p. ex.* 90 %). Ensuite, nous analyserons les données sur le mouvement à petite échelle en relation avec l'hydraulique d'écoulement dans le bief d'amont, pour rechercher les caractéristiques biotiques et abiotiques qui conduisent à l'entraînement des poissons selon différentes modes opérationnels des turbines.

Résultats :

- Modèle de chaîne de Markov définissant les zones d'entraînement des poissons dans le bief d'amont.
- Modèle d'espace d'états reliant les données sur le mouvement des poissons avec le champ d'écoulement du bief d'amont (calculé à l'aide d'un modèle de dynamique des fluides numérique).

Profits découlant de cette recherche :

Les retombées de cette étude devraient s'avérer utiles dans le développement de directives opérationnelles pour les turbines en vue de réduire le risque d'entraînement de poissons adultes non anadromes dans les réservoirs hydroélectriques. En plus, une compréhension détaillée du comportement des poissons dans le voisinage du bief d'amont devrait aider à développer et évaluer des mesures d'atténuation. 💧

fine-scale movement data in relation to flow hydraulics in the forebay to investigate the biotic and abiotic characteristics that lead to fish entrainment under different turbine operational modes.

Outcomes

- Markov chain model defining fish entrainment zones in the forebay.
- State-space model linking the fish movement data with the forebay flow field (calculated with a computational fluid dynamics model).

Benefits from this research:

The outcomes of this study should be useful in the development of turbine operational guidelines to reduce entrainment risk of non-anadromous adult fish in hydropower reservoirs. In addition, a detailed understanding of fish behaviour in the vicinity of the forebay should be helpful in developing and evaluating mitigative measures. 💧



STRUCTURE DU RÉSEAU

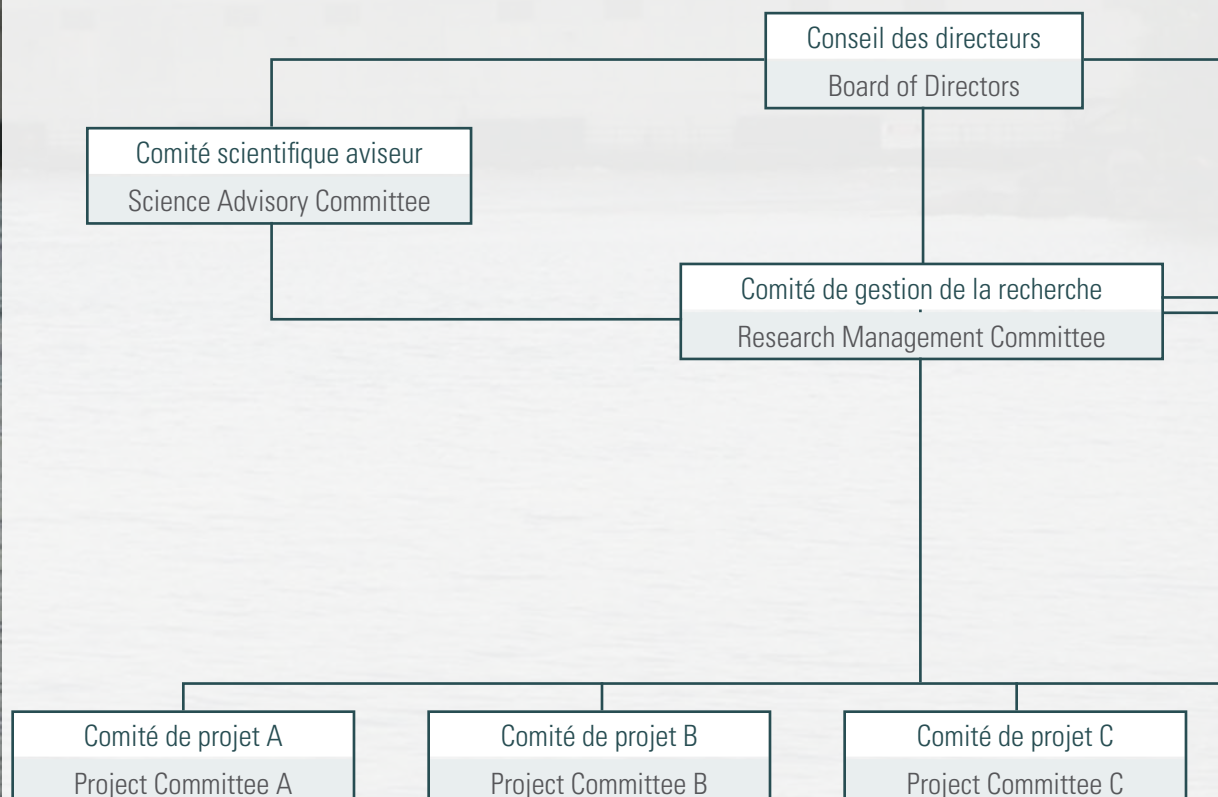
Durant la deuxième année, tous les comités établis auparavant ont continué à réviser et évaluer les progrès d'HydroNet, en plus de fournir de judicieuses suggestions pour développer d'avantage les projets de recherche d'HydroNet.

COMITÉ DES JEUNES CHERCHEURS

Le Comité des Jeunes Chercheurs (CJC) a été ajouté à la structure administrative du Réseau à la demande du Directeur Scientifique et avec le support des jeunes chercheurs, du Conseil des Directeurs et du Comité de Gestion de la Recherche.

L'objectif général du CJC est d'aider le Comité de Gestion de la Recherche à améliorer la qualité de la formation reçue par les jeunes chercheurs du Réseau (i.e. étudiants aux études supérieures et stagiaires postdoctoraux) en suggérant des événements, des sessions de formation, des conférenciers, etc. Ce comité fait rapport au Conseil des Directeurs et au Comité de la Gestion de la Recherche.

Le CJC a été codirigé par Camille Macnaughton et Simonne Harvey-Lavoie, Université de Montréal, en 2011 et s'est rencontré une fois lors du Symposium Annuel à Winnipeg. Le comité comprend présentement 6 groupes dirigés par des étudiants (Groupe du rapport, Groupe des événements spéciaux, Groupe de communication, Groupe de formation, Groupe de conférenciers spéciaux, et le Groupe des Alumni). Les différents groupes du CJC communiquent fréquemment grâce à une page Facebook (The NSERC HydroNet Committee of Young Researchers). ♦



NETWORK STRUCTURE

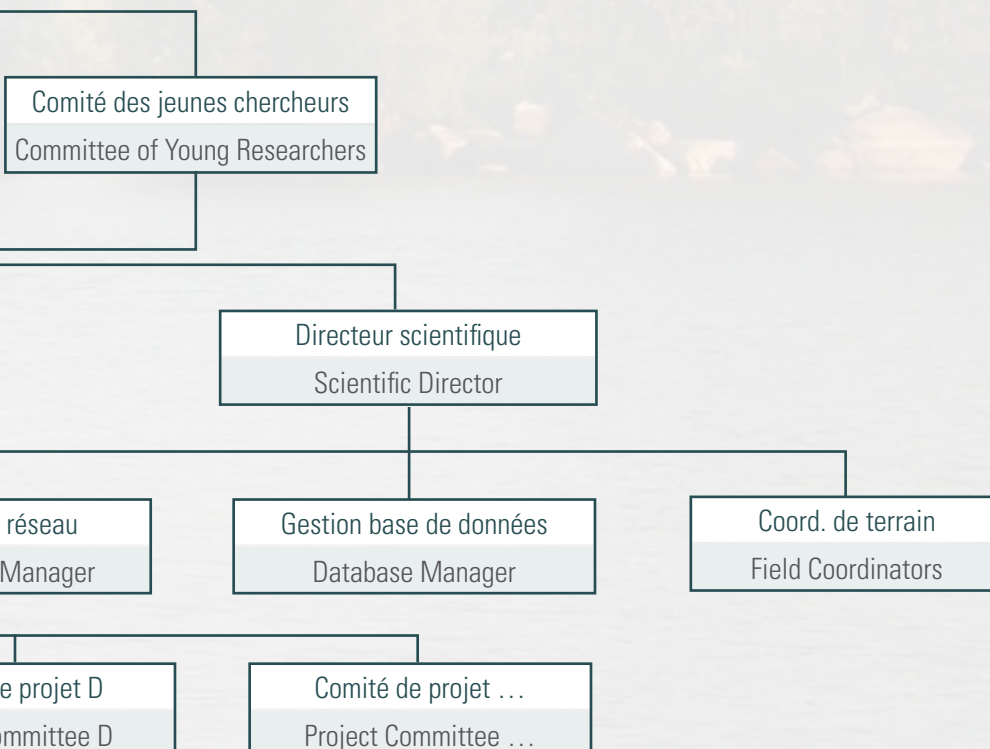
Throughout the second year of the Network, all of the previously defined committees continued to review and assess HydroNet's progress, and provided valuable input to the further development of the Network's research projects.

COMMITTEE OF YOUNG RESEARCHERS

The Committee of Young Researchers (CYR) was added to the Network management structure at the request of the Scientific Director, and with the support of the young researchers of HydroNet, the Board of Directors, and the Research Management Committee.

The general objective of the CYR is to help the Research Management Committee improve the quality of training received by the young researchers within the Network (*i.e.* the graduate students and post-doctoral fellows) by suggesting events, training sessions, and invited speakers. This Committee reports to the Board of Directors and to the Research Management Committee.

The CYR was co-chaired by Camille Macnaughton and Simonne Harvey-Lavoie, Université de Montréal, in 2011, and met once during the Annual Symposium in Winnipeg. The committee presently comprises 6 groups, each led by and comprised of the Network's students (Report Group, Special Events Group, Communications Group, Training Group, Special Speakers Group, and an Alumni Group). Different groups within the CYR communicate frequently through a Facebook page (The NSERC HydroNet Committee of Young Researchers page). ♦



PARTENAIRES DU RÉSEAU / NETWORK PARTNERS

Partenaires / Partners



Fisheries and Oceans Canada
Pêches et Océans Canada

Collaborateurs / Collaborators



Sponsors



ACTIVITÉS ET ÉVÉNEMENTS

1^{ER} SYMPOSIUM ANNUEL DE HYDRONET CRSNG

HydroNet CRSNG a tenu son premier Symposium Annuel à Winnipeg, Manitoba, en mars 2011. Au total, 96 individus ont participé au Symposium, incluant 12 représentants de l'industrie, 33 représentants du gouvernement (fédéral et provincial), 19 étudiants, 5 professeurs universitaires, 6 représentants de firmes de consultants, 4 représentants d'organisations non-gouvernementales et 17 membres de l'administration d'HydroNet.

Le symposium a été ouvert par M. Ken Adams, vice président senior de Power Supply pour Manitoba Hydro, qui a accueilli les participants à Winnipeg et a souligné le renouvellement du partenariat entre HydroNet et Manitoba Hydro. Dr. Keith Gido, Kansas State University et membre du Comité Consultatif de la Recherche d'HydroNet, était le conférencier invité. Sa présentation, *Response of Arid River Fish Assemblages to Environmental Flow Regulation*, a mis l'accent sur son domaine de recherche et sur les intérêts partagés avec les projets de recherche d'HydroNet.

Les étudiants diplômés et les professeurs, autant que les scientifiques du gouvernement et de l'industrie ont présenté les progrès des projets en cours, ont indiqué leurs plans pour les années à venir, et ont discuté des suggestions des collaborateurs, partenaires, membres du Comité Consultatif de la Recherche et du Conseil des Directeurs d'HydroNet. De plus, le Symposium a aidé à renforcer la collaboration entre les partenaires et entre les projets. ♦

RÉUNIONS

Plusieurs rencontres ont eu lieu afin de maintenir la structure organisationnelle et financière du réseau, en plus d'effectuer l'évaluation continue de tous les projets. Durant cette seconde année, le Conseil des Directeurs s'est rencontré à deux reprises, à Montréal et à Winnipeg, et a effectué une conférence téléphonique, tandis que le Comité de Gestion de la Recherche a réalisé 3 conférences téléphoniques et s'est rencontré une fois à Montréal.

Le Comité Consultatif de la Recherche, dirigé par Dr. Karen Smokorowski, Centre d'expertise sur l'Hydroélectricité et ses Impacts sur le Poisson et l'habitat du poisson, s'est rencontré immédiatement après le 1^{er} Symposium Annuel pour réviser les projets en cours du Réseau et pour fournir des commentaires sur les améliorations possibles. Le

ACTIVITIES AND EVENTS

1ST ANNUAL SYMPOSIUM OF NSERC HYDRONET

NSERC HydroNet held its 1st Annual Symposium in Winnipeg, Manitoba in March 2011. A total of 96 individuals participated in the Symposium, including 12 industry representatives, 33 government representatives (federal and provincial), 19 students, 5 academic professors, 6 representatives from consulting agencies, 4 non-governmental organizations, and 17 members of HydroNet's administration.

The Symposium was opened by Mr. Ken Adams, Senior Vice President of Power Supply at Manitoba Hydro, who welcomed the participants to Winnipeg, and highlighted the continued partnership between HydroNet and Manitoba Hydro. Dr. Keith Gido, Kansas State University and a member of HydroNet's Science Advisory Committee, was the Keynote Speaker. His presentation, *Response of Arid River Fish Assemblages to Environmental Flow Regulation*, highlighted his field of research and the overlap with the Network's research projects.

Graduate students and professors, as well as industry and government scientists presented the progress of ongoing projects, outlined plans for future years, and discussed suggestions from collaborators, partners, and members of the Science Advisory Committee and the Board of Directors. In addition, the Symposium helped to foster collaboration amongst partners and across projects. ♦

MEETINGS

A number of meetings have occurred to ensure the sound organisational and financial structure of the Network, and to perform continuous evaluations of all projects. During our second year, the Board of Directors meet twice, in Montreal and Winnipeg, and had one telephone conference, while the Research Management Committee had three conference calls, and met once in Montreal.

The Science Advisory Committee, led by Dr. Karen Smokorowski, Center of Expertise on Hydropower Impacts of Fish and Fish Habitats (CHIF), met immediately following the 1st Annual Symposium to review the Network's current projects, and to provide a report on the areas of possible improvement. This report was transmitted to the Board of Directors, the Research Management Committee, and all collaborators. The Scientific Director and the Project

rapport a été transmis au Conseil des Directeurs, au Comité de Gestion de la Recherche et à tous les collaborateurs. Le Directeur Scientifique et les Chargés de Projets ont répondu à ce rapport afin de décrire comment les suggestions du Comité Consultatif de la Recherche seront utilisées dans le but de modifier certains projets.

Le 14 octobre 2011, le Directeur scientifique d'HydroNet a rencontré des membres récemment retraités de l'industrie et du gouvernement. Ce groupe désigné le Comité Alumni a été constitué afin d'obtenir l'avis d'experts sur le type de recherche qu'HydroNet devrait développer pour maximiser les liens entre le cadre de régulation, le processus décisionnel et le programme scientifique du Réseau. Leurs suggestions sont présentement incorporées dans le cadre de travail proposé pour le développement futur d'HydroNet.

Leaders produced a reply to this report to describe how the comments of the SAC would be used to adapt certain projects.

On October 14th, 2011, the Scientific Director of HydroNet met with recently retired members of government and industry. This group, nicknamed the Alumni Committee, was pulled together to obtain expert opinions on the type of research HydroNet should develop to maximize the linkages between the regulatory framework, the decision-making process, and the scientific program of the Network. Their suggestions are presently being incorporated into a proposed framework for the future development of HydroNet.



Le Directeur Scientifique et la Gestionnaire du Réseau se sont rendus à Toronto, Ontario, en mars 2011, pour participer à une réunion avec tous les représentants subventionnés par le Réseau Stratégique. Les discussions ont été orientées vers les problèmes et les solutions partagés par tous les réseaux, le développement de «bonnes pratiques» et le besoin d'établir des communications entre les réseaux. Depuis cette rencontre, un Forum de Gestion du Réseau et une Bibliothèque de documents partagés ont été mis en place, ce qui permet à tous les réseaux de demeurer continuellement en contact. ♦

The Scientific Director and the Network Manager of HydroNet travelled to Toronto, Ontario in March 2011, to participate in a meeting of the representatives from all NSERC supported Strategic Networks. Discussions focused on problems and solutions common to all networks, the development of "best practices", and the need to build communication across networks. Since this meeting a Network Manager Forum and Document Sharing Library have been developed, which have allowed all networks to stay in continued contact. ♦



VISITE DE SITES

En mai 2011, le Directeur scientifique, trois Chargés de projets (Dr. Brett Eaton, University of British Columbia; Dr. Michel Lapointe, McGill University; et Dr. Joseph Rasmussen, University of Lethbridge), deux coordinateurs de projets et trois étudiants gradués se sont réunis à la rivière Kananaskis, Alberta, pour réviser les objectifs des projets, pour renforcer les collaborations et coordonner les stratégies d'échantillonnage. ♦

SITE VISIT

In May of 2011, the Scientific Director, three Project Leaders (Dr. Brett Eaton, University of British Columbia; Dr. Michel Lapointe, McGill University; and Dr. Joseph Rasmussen, University of Lethbridge), two Project Coordinators and three graduate students met on the Kananaskis River in Alberta to review project objectives, to further develop collaborations, and to coordinate sampling strategies. ♦

STRUCTURE FINANCIÈRE

En 2011, HydroNet CRSNG a reçu un total de 1 865 810 \$ (CAN) de nos partenaires, excluant le support en nature. Les contributions des partenaires pour l'Année 2 incluaient des subventions du programme de Réseaux Stratégiques (RS CRSNG), des subventions de Recherche et Développement Coopérative (RDC CRSNG), BC Hydro, Pêches et Océans Canada (MPO), Manitoba Hydro et l'Université de Montréal (UdeM).

FINANCIAL STRUCTURE

In 2011, NSERC HydroNet received a total of \$1 865 810 (CAD) from our partners, not including in-kind support. The contributing partners in Year 2 included NSERC's Strategic Networks Grants program (NSERC SNG), NSERC's Collaborative Research and Development grant (NSERC CRD), BC Hydro, Fisheries and Oceans Canada (DFO), Manitoba Hydro, and the Université de Montréal (UdeM).

FINANCEMENT D'HYDRONET CRSNG POUR L'ANNÉE 2 NSERC HYDRONET FUNDING

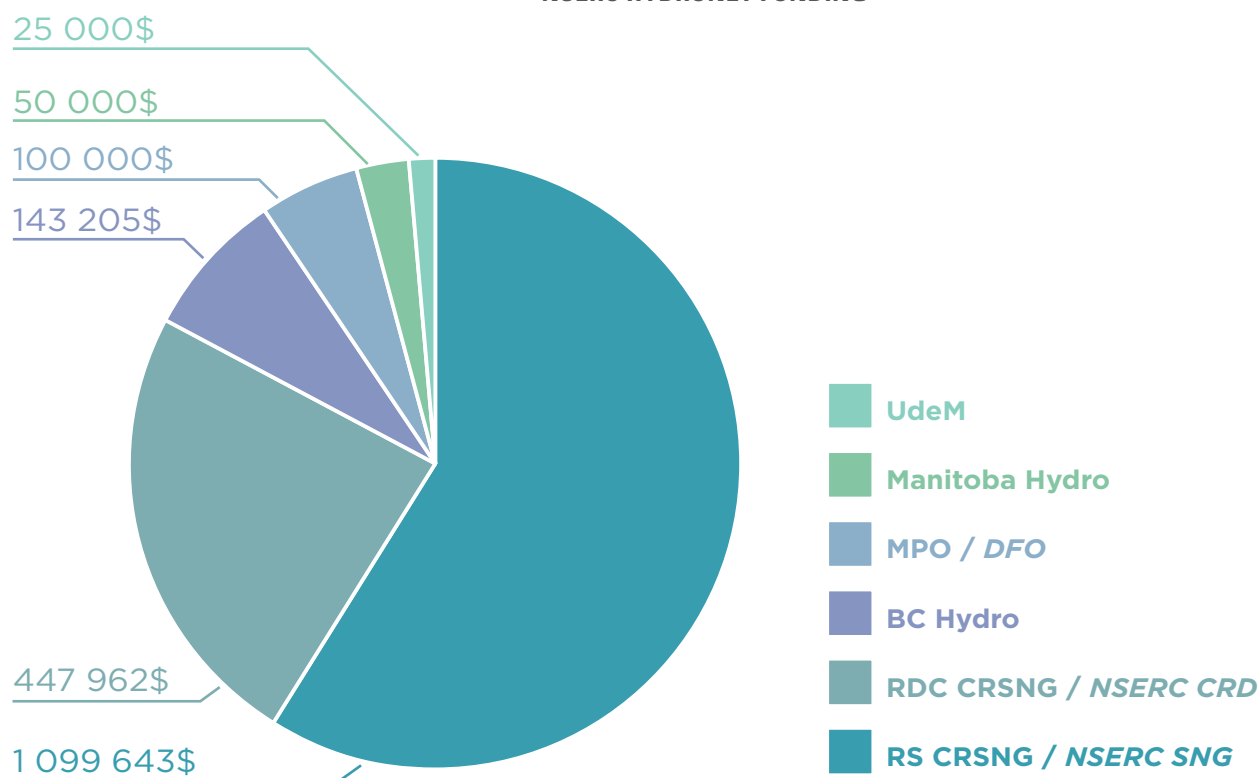


Figure 1 : Provenance des subventions des partenaires d'HydroNet CRSNG durant l'Année 2 (en date du 9 décembre 2011; CAN).

Figure 1: The origin of NSERC HydroNet funding from partners in Year 2 (as of December 9th, 2011; CAD).

LES DÉPENSES D'HYDRONET CRSNG POUR L'ANNÉE 2 NSERC HYDRONET'S EXPENDITURES FOR YEAR 2

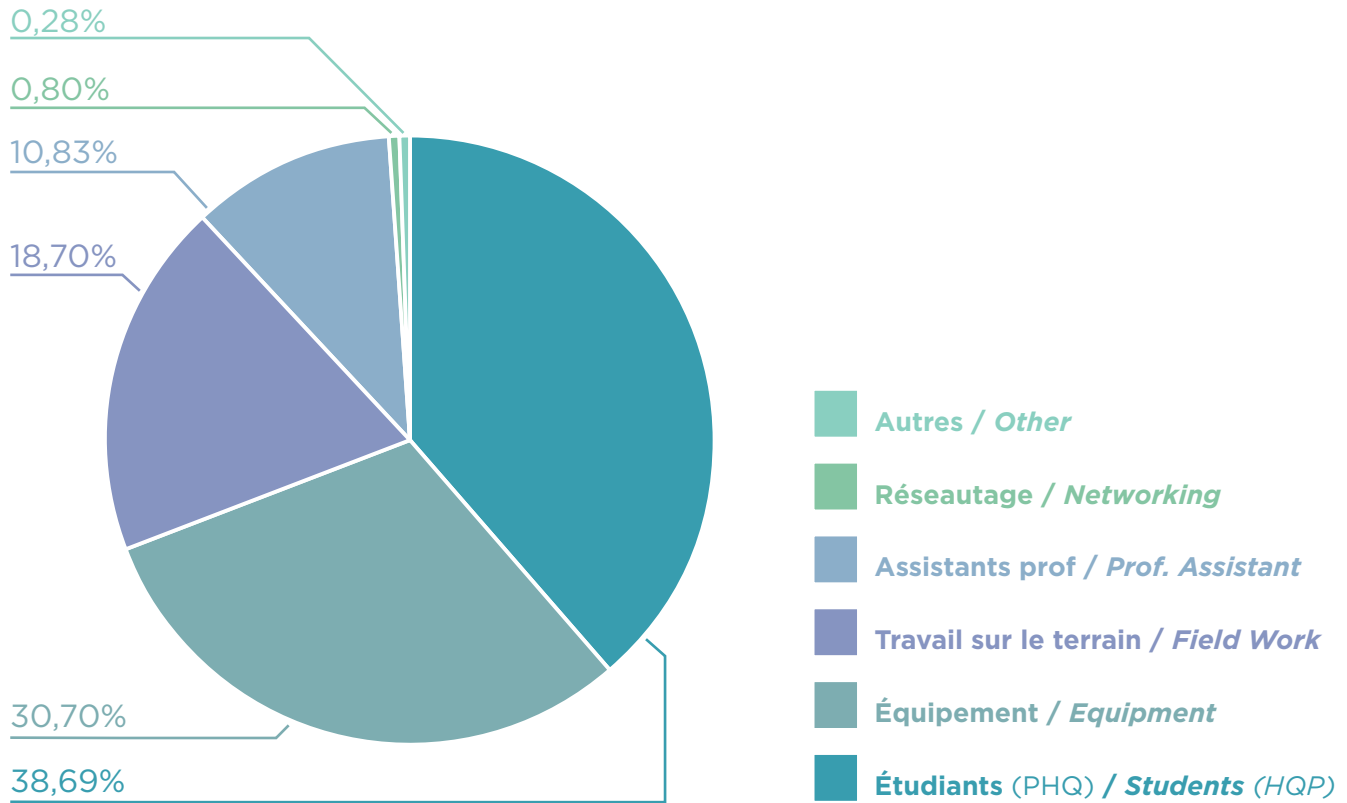


Figure 2: Distribution des dépenses d'HydroNet CRSNG durant l'Année 2 (en date du 9 décembre 2011; CAN).

La rémunération de personnes hautement qualifiées (PHQ) a été la plus grande dépense des subventions d'HydroNet pour l'Année 2 (38.7%; 970 000 \$). Ceci inclut 11 étudiants à la maîtrise, 11 étudiants au doctorat et 2 chercheurs postdoctoraux. Ces chiffres sont légèrement supérieurs au nombre d'étudiants qui avait été prévu dans notre proposition initiale (21) et chercheurs postdoctoraux (1). Suivant la rémunération des PHQ, une grande proportion des subventions de l'Année 2 (30.7%; 769 820 \$) a été dépensée pour l'achat de matériel de terrain et de laboratoire dans le but d'améliorer le niveau de la recherche effectuée par le Réseau. Suivant ces catégories, la balance des dépenses du Réseau a servi au travail de terrain (18.7%, 468 924 \$), aux assistants professionnels (10.8%; 271 500\$), au réseautage (0.8%; 20 000 \$) et à d'«Autres dépenses» incluant les coûts de travaux de télémétrie et de la dissémination des résultats aux partenaires appropriés. ♦

Figure 2: The distribution of NSERC HydroNet expenditures in Year 2 (as of December 9th, 2011; CAD).

Highly Qualified Personnel (HQP) was the largest expenditure of HydroNet funds in Year 2 (38.7%; \$970 000). This included 11 Master students, 11 PhD students, and 2 post-doctoral fellows. These numbers are slightly above the planned number of students (21) and post-doctoral fellows (1) identified in our original proposal. Following the cost of HQP, a large proportion of the Year 2 funds (30.7%; \$769 820) was spent on purchasing field and laboratory equipment to improve the level of research performed by the Network. Following these categories, the remainder of the Network expenses were in field work (18.7%, \$468 924), professional assistants (10.8%; \$271 500), networking (0.8%; \$20 000), and "Other" (0.3%; \$7 000), which included the costs of telemetry work and the dissemination of results to the appropriate partners. ♦

COMMUNICATIONS EXTERNES

LISTE DES PRÉSENTATIONS EFFECTUÉES DANS L'ANNÉE 2

Boisclair, D. *A process to develop and test hypotheses about fish-habitat interactions in the context of hydropower.* Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN). Trondheim, Norvège. 25-27 octobre 2011.

Boisclair, D. *An overview of NSERC HydroNet.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Boisclair, D. *Mesoscale modelling of the productive capacity of fish habitats in lakes and reservoirs.* Workshop for the development of food web studies in support of the assessments of impacts of hydropower on aquatic ecosystems. Winnipeg, Manitoba. Janvier 2011.

Boisclair, D. *Metrics of productive capacity in shallow areas of lakes and reservoirs.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Boisclair, D. *HydroNet CRSNG : Un réseau national de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité au Canada.* Conférences du groupe d'écologie des eaux douces, Université de Montréal, Montréal, Québec. 12 septembre 2011.

Boisclair, D. *HydroNet CRSNG : Un réseau national de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité au Canada.* Midis aquatiques, Université du Québec à Montréal. Montréal, Québec. 16 septembre 2011.

Boisclair, D. *NSERC HydroNet: A national research network to promote sustainable hydropower in Canada.* Workshop of the Canadian Electricity Association and Fisheries and Oceans Canada. Winnipeg, Manitoba. 14-15 juin 2011.

Buehler, H. *Applications of airborne remote sensing in assessing physical and ecological impacts of dams along the Kananaskis River, Alberta.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Cooke, S.J. Participé (en tant que représentant canadien) dans United Nations FAO Workshop in Laos focused on understanding the threats to freshwater fish. Laos PDR. Décembre 2010.

OUTREACH

LIST OF PRESENTATIONS IN YEAR 2

Boisclair, D. *A process to develop and test hypotheses about fish-habitat interactions in the context of hydropower.* Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN). Trondheim, Norway. October 25-27, 2011.

Boisclair, D. *An overview of NSERC HydroNet.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Boisclair, D. *Mesoscale modelling of the productive capacity of fish habitats in lakes and reservoirs.* Workshop for the development of food web studies in support of the assessments of impacts of hydropower on aquatic ecosystems. Winnipeg, Manitoba. January 2011.

Boisclair, D. *Metrics of productive capacity in shallow areas of lakes and reservoirs.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Boisclair, D. *HydroNet CRSNG : Un réseau national de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité au Canada.* Conférences du groupe d'écologie des eaux douces, Université de Montréal, Montréal, Québec. September 12, 2011.

Boisclair, D. *HydroNet CRSNG : Un réseau national de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité au Canada.* Midis aquatiques, Université du Québec à Montréal. Montréal, Québec. September 16, 2011.

Boisclair, D. *NSERC HydroNet: A national research network to promote sustainable hydropower in Canada.* Workshop of the Canadian Electricity Association and Fisheries and Oceans Canada. Winnipeg, Manitoba. June 14-15, 2011.

Buehler, H. *Applications of airborne remote sensing in assessing physical and ecological impacts of dams along the Kananaskis River, Alberta.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Cooke, S.J. Participated (as the Canadian Representative) in United Nations FAO Workshop in Laos focused on understanding the threats to freshwater fish. Laos PDR. December 2010.

Ghamry, H. *Numerical investigation of turbulent flows through trash racks in closed conduits.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Gutowsky, L., P.M. Harrison, S.J. Cooke, et M. Power. *The thermal and spatial ecology and associated entrainment risk of bull trout in a large hydropower reservoir in Southern British Columbia, Canada.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Harrison, P.M., L. Gutowsky, S.J. Cooke, et M. Power. *The thermal and spatial ecology and associated entrainment risk of burbot (*Lota lota*) in a large hydropower reservoir in Southern British Columbia, Canada.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Harvey-Lavoie, S., et D. Boisclair. *Quantifying stress in fish: The relationship between Heat Shock Proteins, lactate and flow variation in regulated and natural rivers.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Ghamry, H. *Numerical investigation of turbulent flows through trash racks in closed conduits.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Gutowsky, L., P.M. Harrison, S.J. Cooke, and M. Power. *The thermal and spatial ecology and associated entrainment risk of bull trout in a large hydropower reservoir in Southern British Columbia, Canada.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Harrison, P.M., L. Gutowsky, S.J. Cooke, and M. Power. *The thermal and spatial ecology and associated entrainment risk of burbot (*Lota lota*) in a large hydropower reservoir in Southern British Columbia, Canada.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Harvey-Lavoie, S., and D. Boisclair. *Quantifying stress in fish: The relationship between Heat Shock Proteins, lactate and flow variation in regulated and natural rivers.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.



Hatry, C. *Correlates of swimming ability and fishway success: Use of three redhorse species as a model.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Hatry, C., T. Binder, C. Hasler, C. Katopodis, K. Clarke, K. Smokorowski et S.J. Cooke. *Development of a National Fish Passage Inventory for Canada: CanFishPass.* Conférence Canadienne de la Recherche sur les Pêches. Toronto, Ontario. Janvier 2011.

Hatry, C. *Correlates of swimming ability and fishway success: Use of three redhorse species as a model.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Hatry, C., T. Binder, C. Hasler, C. Katopodis, K. Clarke, K. Smokorowski and S.J. Cooke. *Development of a National Fish Passage Inventory for Canada: CanFishPass.* Canadian Conference for Fisheries Research. Toronto, Ontario. January 2011.

Hugue, F., M. Lapointe et B. Eaton. *Studying the geomorphic aspects of changes to fish habitat below hydro dams: Changes to bed substrate characteristics as well as changes to size and morphology of channels*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Islam, R. *Modeling thermal stratification upstream of a dam: Its necessity and impact*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Langford, M., C.B. Robertson et D.Z. Zhu. *Hydraulic measurements in reservoirs – Capabilities and limitations*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Langford, M.T., C.B. Robertson, D.Z. Zhu, et A. Leake. *Evaluation of the viability of an acoustic Doppler current profiler for the velocity field analysis of fish entrainment risk at hydropower dams*. World Environmental & Water Resources Congress, ASCE, Palm Springs, California. 22-27 mai 2011.

Macnaughton, C., et D. Boisclair. *Comparing relative fish density estimates from electrofishing and visual surveying methods*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Marriner, A. *Upstream sturgeon passage at the Vianney-Legendre Vertical Slot Fishway*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Marty J., M. Power, K. Smokorowski, et D. Planas. *Development of metrics relating flow alteration impacts to river and reservoir food web dynamic*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Hugue, F., M. Lapointe and B. Eaton. *Studying the geomorphic aspects of changes to fish habitat below hydro dams: Changes to bed substrate characteristics as well as changes to size and morphology of channels*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Islam, R. *Modeling thermal stratification upstream of a dam: Its necessity and impact*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Langford, M., C.B. Robertson and D.Z. Zhu. *Hydraulic measurements in reservoirs – Capabilities and limitations*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Langford, M.T., C.B. Robertson, D.Z. Zhu, and A. Leake. *Evaluation of the viability of an acoustic Doppler current profiler for the velocity field analysis of fish entrainment risk at hydropower dams*. World Environmental & Water Resources Congress, ASCE, Palm Springs, California. May 22-27, 2011.

Macnaughton, C., and D. Boisclair. *Comparing relative fish density estimates from electrofishing and visual surveying methods*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Marriner, A. *Upstream sturgeon passage at the Vianney-Legendre Vertical Slot Fishway*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Marty J., M. Power, K. Smokorowski, and D. Planas. *Development of metrics relating flow alteration impacts to river and reservoir food web dynamic*. HydroNet Symposium, Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

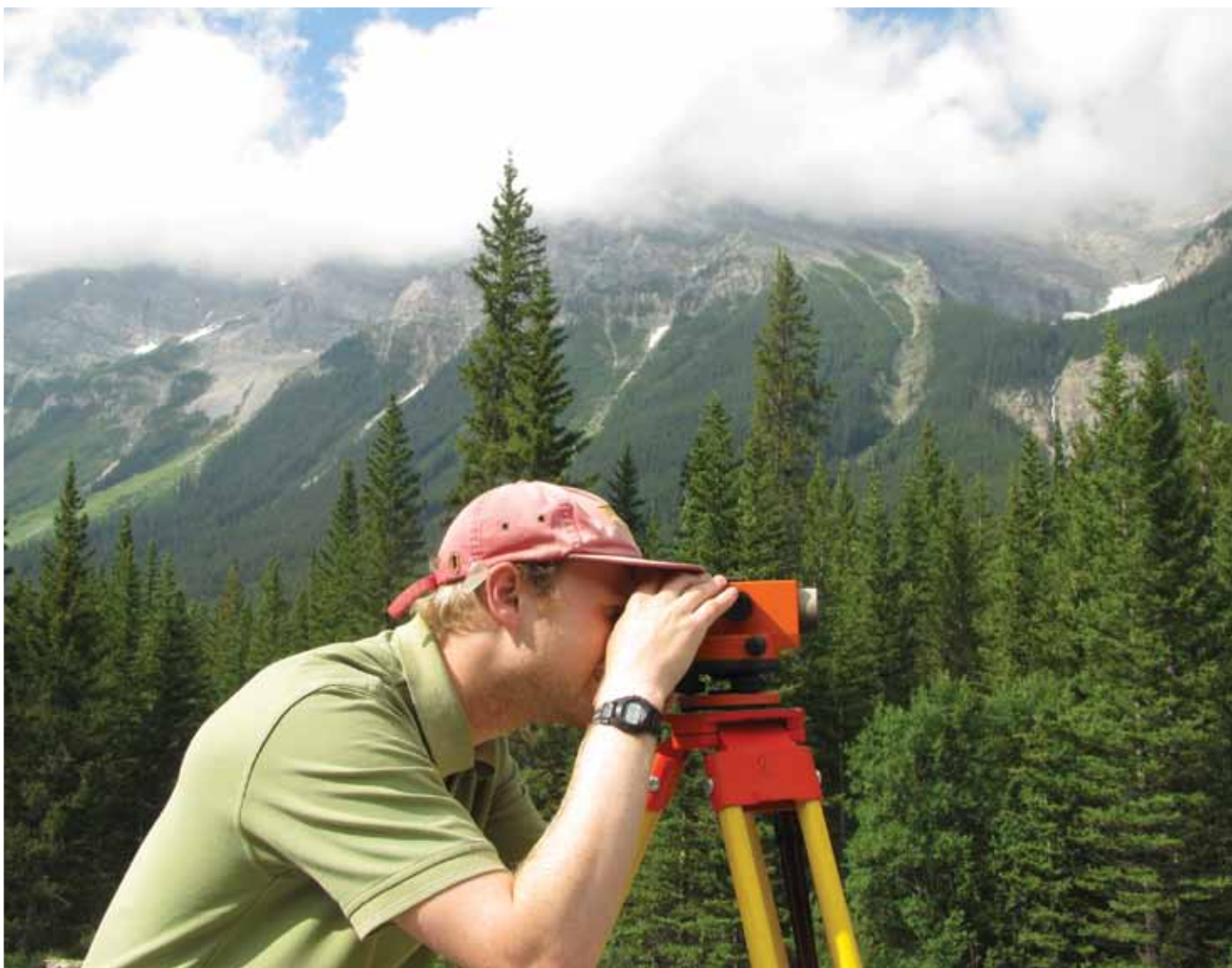


Morley, J., J. Nafziger et F. Hicks. *Monitoring River Ice Processes at Nfld. HydroNet sites*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Nafziger, J., J. Morley et F. Hicks. *Hydraulic Modelling Options for Nfld., HydroNet sites*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Morley, J., J. Nafziger and F. Hicks. *Monitoring River Ice Processes at Nfld. HydroNet sites*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Nafziger, J., J. Morley and F. Hicks. *Hydraulic Modelling Options for Nfld., HydroNet sites*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.



Pollom, R., L. Wheeland, et G. Rose. *Acoustic measures of fish distribution, abundance, movement and habitat in Manitoba lakes*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Rasmussen, J.B., et C. Good. *Nutrients as a driver of productivity in fish communities*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Pollom, R., L. Wheeland, and G. Rose. *Acoustic measures of fish distribution, abundance, movement and habitat in Manitoba lakes*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Rasmussen, J.B., and C. Good. *Nutrients as a driver of productivity in fish communities*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Robertson, C.B. *Overview of the hydraulics component of the BC hydro fish entrainment study – Progress and ongoing analysis of Hugh Keenleyside dam field data.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Smokorowski, K. *Center of Expertise on Hydropower Impacts on Fish and Fish Habitat (CHIF) projects.* Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Swanson, G. *NSERC HydroNet: A national research network promoting the sustainable development of hydropower in Canada.* Meeting of industry associations to discuss fish habitat provisions of the Fisheries Act (Canada). Ottawa, Ontario. 18 février 2011.

Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration.* Fisheries and Oceans Canada – Fish habitat workshop. Prince Edward County, Ontario. Mars 2011.

Robertson, C.B. *Overview of the hydraulics component of the BC hydro fish entrainment study – Progress and ongoing analysis of Hugh Keenleyside dam field data.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Smokorowski, K. *Center of Expertise on Hydropower Impacts on Fish and Fish Habitat (CHIF) projects.* NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Swanson, G. *NSERC HydroNet: A national research network promoting the sustainable development of hydropower in Canada.* Meeting of industry associations to discuss fish habitat provisions of the Fisheries Act (Canada). Ottawa, Ontario. February 18, 2011.

Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration.* Fisheries and Oceans Canada – Fish habitat workshop. Prince Edward County, Ontario. March 2011.



Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration*. Fisheries Management Zone 12 meeting. Pembroke, Ontario. Avril 2011.

Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration*. Research Works comes to life. Carleton University. Ottawa, Ontario. Décembre 2010.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, A.C. Gleiss, D. Hatin, C. Katopodis, R.P. Wilson et S.J. Cooke. *Elucidating fine scale behaviour of lake sturgeon in a vertical slot fishway: a combined electronic tagging approach*. 1st International Fish Telemetry Conference. Sapporo, Japan. Juin 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Hatry, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu et S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. American Fisheries Society – Ontario Chapter. Orillia, Ontario. Mars 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Hatry, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu et S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. National Conference on Engineering & Ecohydrology for Fish Passage. Amherst, Massachusetts, U.S.A. Juin 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Hatry, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu et S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, P. Dumont, D. Hatin, J.W. Dawson, C. Katopodis et S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of upstream migrating lake sturgeon in a vertical slot fishway*. Conférence Canadienne de la Recherche sur les Pêches. Toronto, Ontario. Janvier 2011.

Winterhalt, L. *NSERC HydroNet: Physical habitat modeling*. Symposium Annuel d'HydroNet CRSNG. Winnipeg, Manitoba. 29-30 mars 2011. ♡

Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration*. Fisheries Management Zone 12 meeting. Pembroke, Ontario. April 2011.

Thiem, J.D. *Field and laboratory approaches to addressing barriers to fish migration*. Research Works comes to life. Carleton University. Ottawa, Ontario. December 2010.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, A.C. Gleiss, D. Hatin, C. Katopodis, R.P. Wilson and S.J. Cooke. *Elucidating fine scale behaviour of lake sturgeon in a vertical slot fishway: a combined electronic tagging approach*. 1st International Fish Telemetry Conference. Sapporo, Japan. June 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Hatry, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu and S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. American Fisheries Society – Ontario Chapter. Orillia, Ontario. March 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Hatry, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu and S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. National Conference on Engineering & Ecohydrology for Fish Passage. Amherst, Massachusetts, U.S.A. June 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Katopodis, K. Smokorowski, K. Stamplecoskie, D.Z. Zhu and S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of fish using a vertical slot fishway in Quebec: case studies incorporating a single and multispecies approach*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011.

Thiem, J.D., T.R. Binder, P. Dumont, D. Hatin, J.W. Dawson, C. Katopodis and S.J. Cooke. *Behaviour and passage success of upstream migrating lake sturgeon in a vertical slot fishway*. Canadian Conference for Fisheries Research. Toronto, Ontario. January 2011.

Winterhalt, L. *NSERC HydroNet: Physical habitat modeling*. NSERC HydroNet Symposium. Winnipeg, Manitoba. March 29-30, 2011. ♡

LISTE DES PUBLICATIONS EFFECTUÉES DANS L'ANNÉE 2

Hasler, C.T., G.C. Christie, J. Imhof, M. Power, et S.J. Cooke. 2011. *A Network Approach to Addressing Strategic Fisheries, Aquaculture, and Aquatic Sciences Issues at a National Scale: An Introduction to a Series of Case Studies from Canada*. Fisheries. 36 :450-453.

Islam, M.R. and D.Z. Zhu. 2011. *A numerical study of confined wall jets in a shallow basin*. Journal of Hydraulic Research 49(5): 595-600.

Islam, M.R. and D.Z. Zhu. 2011. *Flow upstream of two-dimensional intakes*. Journal of Hydraulic Engineering 137(1): 129-134.

Langford, M.T., C.B. Robertson, D.Z. Zhu, et A. Leake. *Evaluation of the viability of acoustic Doppler current profiler for the velocity field analysis of fish entrainment risk at hydropower dams*. Proc., World Environmental & Water Resources Congress, ASCE. Palm Springs, California. May 22-26, 2011. 10 p.

Langford, M.T., C.B. Robertson, M.R. Islam et D.Z. Zhu. 2011. *Hugh Keenleyside dam fish entrainment hydraulics: Computational fluid dynamic modeling and field study*. Unpublished Report prepared for BC Hydro, University of Alberta. 1-53 p.

Morrison, K. 2011. *Aberfeldie Dam - Analysis of Forebay Hydraulics and Bathymetry Survey*. M.Eng. report, University of Alberta. 61 p.

Nafziger, J., J. Morley, F. Hicks, T. Linnansaari, A. Fraser, C. Pennell, et R. Cunjak. 2011. *Freeze-up, breakup, and winter ice observations on four small regulated and unregulated streams in Newfoundland, Canada*. Proc. of the 16th CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment (CRIPE) Workshop in River Ice. Winnipeg, Manitoba. 102-134 p.

O'Connor, S., C. Djima, C. Senay, G. Lanthier, and D. Boisclair. 2011. *NSERC HydroNet: A national research network to promote sustainable development of hydropower in Canada*. Canadian Conference for Fisheries Research, Toronto, Ontario. January 6th -8th, 2011. (poster)

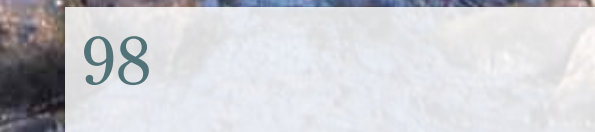
Robertson, C.B., M.T. Langford, D.Z. Zhu, et A. Leake. *Reservoir thermal structure and its effect on hydropower operation induced fish entrainment*. Proc., World Environmental & Water Resources Congress, ASCE. Palm Springs, California. May 22-26, 2011. 10 p.

Smokorowski, K.E., D. Boisclair, N. Bergeron, K. Clarke, S.J. Cooke, R. Cunjak, J. Dawson, B. Eaton, F. Hicks, P. Higgins, C. Katopodis, M. Lapointe, P. Legendre, M. Power, R. Randall, J. Rasmussen, G. Rose, A. Saint-Hilaire, B. Sellars, G. Swanson, N. Winfield, R. Wysocki, et D.Z. Zhu. 2011. *NSERC's HydroNet: A national research network to promote sustainable hydropower and healthy aquatic ecosystems*. Fisheries 36(10): 480-488.

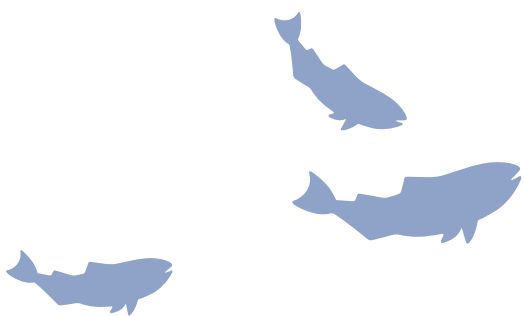
Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Katopodis, D.Z. Zhu et S.J. Cooke. 2011. *Behaviour and passage success of upriver-migrating lake sturgeon (Acipenser fulvescens) in a vertical slot fishway on the Richelieu River, Quebec, Canada*. Endangered Species Research 15(1): 1-11. ♡

LIST OF PUBLICATIONS IN YEAR 2

- Hasler, C.T., G.C. Christie, J. Imhof, M. Power, and S.J. Cooke. 2011. *A Network Approach to Addressing Strategic Fisheries, Aquaculture, and Aquatic Sciences Issues at a National Scale: An Introduction to a Series of Case Studies from Canada*. Fisheries. 36:450-453.
- Islam, M.R. and D.Z. Zhu. 2011. *A numerical study of confined wall jets in a shallow basin*. Journal of Hydraulic Research 49(5): 595-600.
- Islam, M.R. and D.Z. Zhu. 2011. *Flow upstream of two-dimensional intakes*. Journal of Hydraulic Engineering 137(1): 129-134.
- Langford, M.T., C.B. Robertson, D.Z. Zhu, and A. Leake. *Evaluation of the viability of acoustic Doppler current profiler for the velocity field analysis of fish entrainment risk at hydropower dams*. Proc., World Environmental & Water Resources Congress, ASCE. Palm Springs, California. May 22-26, 2011. 10 p.
- Langford, M.T., C.B. Robertson, M.R. Islam and D.Z. Zhu. 2011. *Hugh Keenleyside dam fish entrainment hydraulics: Computational fluid dynamic modeling and field study*. Unpublished Report prepared for BC Hydro, University of Alberta. 1-53 p.
- Morrison, K. 2011. *Aberfeldie Dam - Analysis of Forebay Hydraulics and Bathymetry Survey*. M.Eng. report, University of Alberta. 61p.
- Nafziger, J., J. Morley, F. Hicks, T. Linnansaari, A. Fraser, C. Pennell, and R. Cunjak. 2011. *Freeze-up, breakup, and winter ice observations on four small regulated and unregulated streams in Newfoundland, Canada*. Proc. of the 16th CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment (CRIPE) Workshop in River Ice. Winnipeg, Manitoba. 102-134 p.
- O'Connor, S., C. Djima, C. Senay, G. Lanthier, and D. Boisclair. 2011. *NSERC HydroNet: A national research network to promote sustainable development of hydropower in Canada*. Canadian Conference for Fisheries Research, Toronto, Ontario. January 6th -8th, 2011. (poster)
- Robertson, C.B., M.T. Langford, D.Z. Zhu, and A. Leake. *Reservoir thermal structure and its effect on hydropower operation induced fish entrainment*. Proc., World Environmental & Water Resources Congress, ASCE. Palm Springs, California. May 22-26, 2011. 10 p.
- Smokorowski, K.E., D. Boisclair, N. Bergeron, K. Clarke, S.J. Cooke, R. Cunjak, J. Dawson, B. Eaton, F. Hicks, P. Higgins, C. Katopodis, M. Lapointe, P. Legendre, M. Power, R. Randall, J. Rasmussen, G. Rose, A. Saint-Hilaire, B. Sellars, G. Swanson, N. Winfield, R. Wysocki, and D.Z. Zhu. 2011. *NSERC's HydroNet: A national research network to promote sustainable hydropower and healthy aquatic ecosystems*. Fisheries 36(10): 480-488.
- Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Katopodis, D.Z. Zhu and S.J. Cooke. 2011. *Behaviour and passage success of upriver-migrating lake sturgeon (Acipenser fulvescens) in a vertical slot fishway on the Richelieu River, Quebec, Canada*. Endangered Species Research 15(1): 1-11. ♀



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.





Adresse géographique
Geographical Address

Université de Montréal
Département de sciences biologiques
Pavillon Marie-Victorin
90, avenue Vincent-d'Indy, F-223
Montréal (Québec) H2V 2S9

Adresse postale
Mailing Address

Université de Montréal
Département de sciences biologiques
C.P. 6128, succursale Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3J7

Téléphone / Phone : 514-343-6111 ext:1097

Contacts

Dr. Daniel Boisclair	Directeur Scientifique / Scientific Director	Daniel.Boisclair@UMontreal.ca
Shannon O'Connor	Gestionnaire de réseau / Network Manager	Shannon.Oconnor@UMontreal.ca

