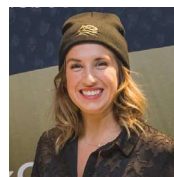




# INCLUSION DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DANS UN MODÈLE D'HABITAT POUR LES SAUMONS JUVÉNILES







Texte de  
**Joannie Beaupré**  
Chargée de projet adjoint, Biologiste, B. Sc  
Bureau Environnement et Terre d'Odanak

**L'augmentation anticipée de la température des cours d'eau liée aux changements climatiques et anthropiques constitue une menace pour l'intégrité des écosystèmes aquatiques. Plusieurs espèces d'eau froide, tel le saumon atlantique, sont à risque de voir une partie de leurs habitats altérés par cet accroissement. Malgré un effort accru pour la conservation de cette espèce, certaines populations sont dans un état précaire (ex.: Baie de Fundy). Dans ce contexte, les modèles d'habitat sont des outils intéressants pour optimiser la gestion de cette espèce en déterminant la qualité et la quantité d'habitats d'une rivière disponibles pour les différents stades de vie du saumon.**

Les modèles d'habitat développés pour le saumon sont principalement basés sur ses préférences en termes de profondeur d'eau, de vitesse du courant et de taille du substrat de fond du cours d'eau. Bien qu'il soit reconnu que la température de l'eau est une variable importante pour la survie des jeunes saumons, celle-ci est rarement incluse dans les modèles d'habitat, ou encore elle l'est par des approximations liées à la température de l'air. L'étude présentée, réalisée à l'Institut national de la recherche scientifique Centre Eau Terre et Environnement (INRS-ETE) de Québec, avait pour but d'inclure la température de l'eau dans un modèle d'habitat du saumon atlantique au stade de tacon.

### **Un quoi? Un tacon.**

Après un an à s'alimenter dans l'eau douce des rivières, les alevins de saumon grandissent, ce sont alors des tacons. Deux ans plus tard, les tacons se métamorphosent en smolts et dévalent leur rivière natale pour gagner l'eau salée et atteindre leur taille adulte. Les premiers stades de vie du saumon sont critiques pour le succès reproducteur de l'espèce, d'où l'importance d'étudier les aires d'habitat en eau douce et de développer des modèles d'habitat performants pour les tacons.





Saumons au stade tacon

Photo : Fédération du saumon atlantique

### Qu'est-ce qu'un modèle d'habitat?

Tout d'abord, les modèles scientifiques sont des algorithmes mathématiques qui tentent de représenter le plus fidèlement possible une situation ou un phénomène en considérant un groupe de variables. Les modèles d'habitat pour les poissons sont généralement issus de l'utilisation conjointe d'un modèle hydrologique et d'un modèle biologique. L'aspect hydrologique permet de prédire l'évolution de certaines variables comme la profondeur de l'eau ou la vitesse du courant en fonction des variations de débit. L'aspect biologique révèle plutôt les intervalles de valeurs préférés ou évités par les poissons pour ces mêmes variables. Lorsqu'utilisés ensemble, ces modèles prédisent l'impact des variations de débit, donc des variables d'habitat, ainsi que l'impact de celles-ci sur la quantité et la qualité des aires de vie pour les poissons. La méthode classique par microhabitats est la plus utilisée pour générer un modèle biologique. Cette méthode est principalement basée sur des données de terrain demandant un effort d'échantillonnage important en rivière.

### Développement du modèle d'habitat du tacon

Le doctorant Julien Mocq et ses collègues de recherche ont développé un modèle de logique floue considérant trois variables d'habitat : la vitesse du courant, la profondeur de l'eau et la taille du substrat de fond. Afin d'y faire suite, le projet avait comme premier objectif d'améliorer ce modèle, pour le stade tacon, en y incluant la température de l'eau. La logique floue est une approche mathématique qui permet de codifier la connaissance de plusieurs experts qui, dans ce contexte, ont travaillé sur une grande somme de rivières à saumon. Cela a ainsi permis d'avoir une vision plus globale des préférences d'habitat des jeunes saumons tout en considérant les avis des différents experts.

La première étape de la conception du modèle flou consistait à questionner les experts du saumon atlantique sur les variables d'intérêt, soit la température de l'eau, la vitesse du courant, la profondeur, la taille du substrat ainsi que l'impact de ces quatre variables sur la qualité de l'habitat des tacons. En tout, 20 experts ont été interrogés pour le développement du modèle.

### Ce qui a été demandé aux experts :

1) Décortiquer chaque variable en trois intervalles. La réponse hypothétique donnée par un expert concernant la température aurait pu être, par exemple, qu'il estime qu'entre 0 à 10°C, la température est froide, qu'entre 15 à 20°C, la température est moyenne et qu'à partir de 25°C, la température est chaude. Les températures situées entre les intervalles sont dans les plages d'incertitude, c'est-à-dire que les experts ne les attribueraient pas catégoriquement à une température froide, moyenne ou chaude.

2) En combinant toutes les possibilités d'intervalles pour les quatre variables, on obtient 81 scénarios d'habitat. Les experts devaient définir la qualité d'habitat pour le tacon pour chaque scénario (bon, moyen ou mauvais).

Exemple de scénario : « Si le substrat est petit, et si la vitesse est rapide, et si la profondeur est grande, et si la température est moyenne, alors l'habitat est... soit bon, moyen ou mauvais », selon l'expert. L'interrogation de chaque expert a mené à la création de 20 modèles d'habitat.

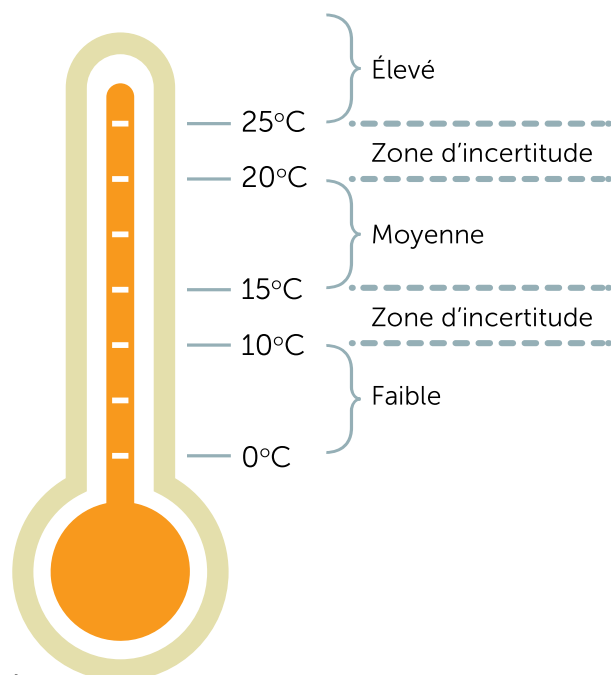
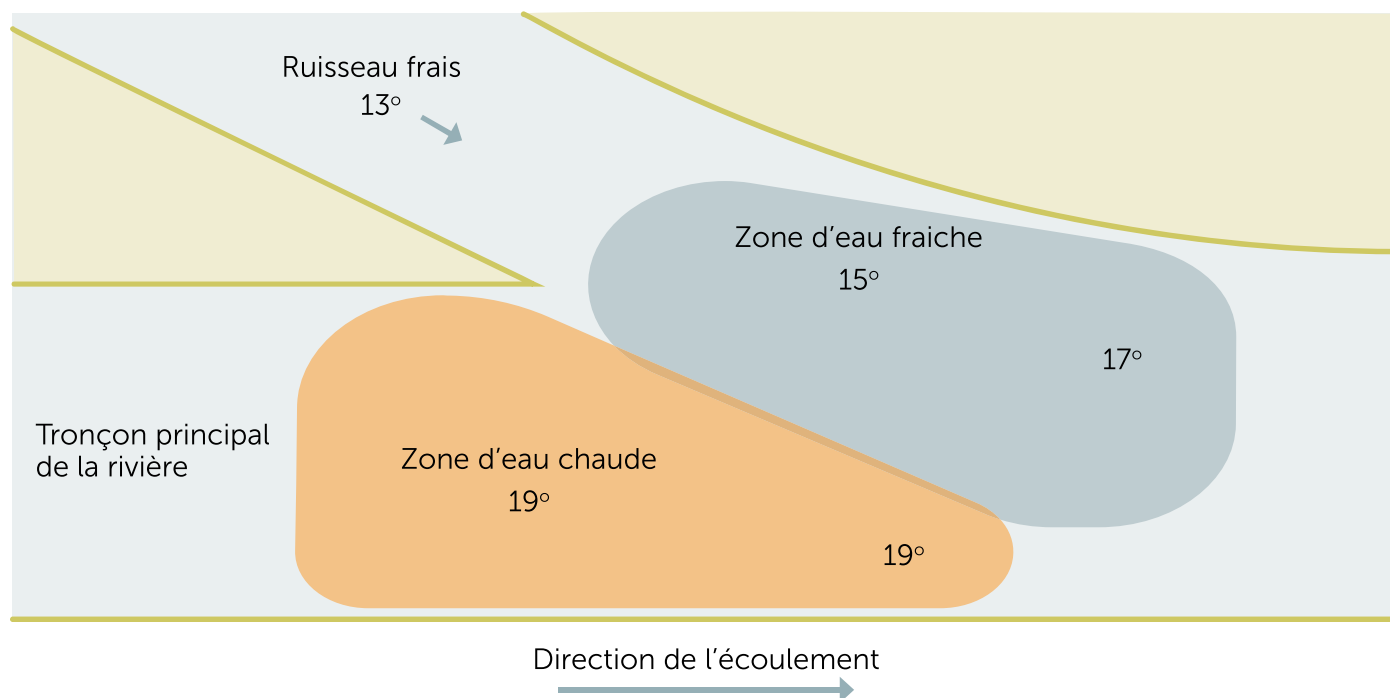


Figure 1

Détermination des valeurs appartenant aux catégories «faible», «moyenne» et «élevée» en créant des fonctions d'appartenance pour la température de l'eau.


**Figure 2**

Schématisme d'un site d'échantillonnage composé d'une zone d'eau plus froide et d'une zone d'eau plus chaude de tailles similaires. Un inventaire par pêche électrique est réalisé dans les deux zones et elles sont caractérisées (profondeur, vitesse du courant, taille du substrat et température de l'eau).

### Validation des modèles

Une fois les modèles élaborés grâce aux connaissances des experts, il fallait valider si leurs prédictions concordaient avec l'utilisation véritable de l'habitat par les tacons en rivière. Quatre sites, répartis dans les bassins versants des rivières Sainte-Marguerite (Saguenay) et Matapédia (Gaspésie), ont été sélectionnés.

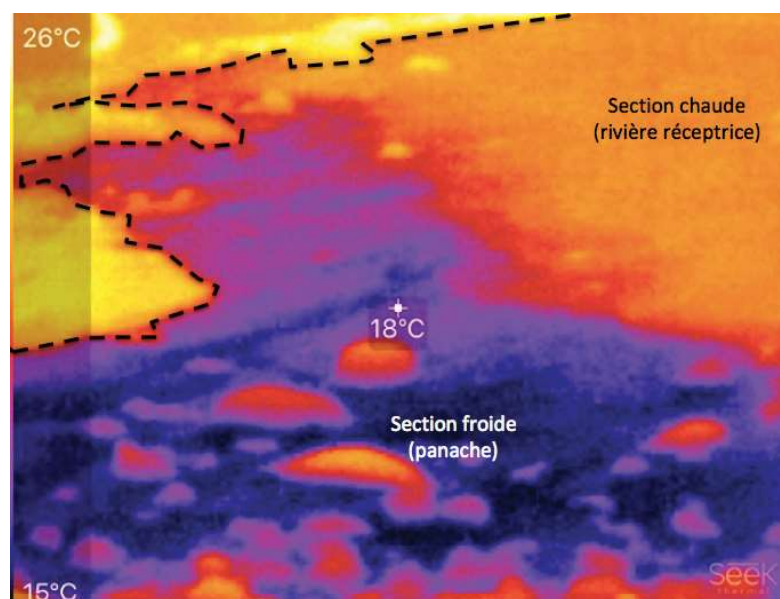
Critères de sélection des sites :

- 1) Présence de tacons
- 2) Présence d'un contraste de température dans l'eau
- 3) Des profondeurs d'eau, des vitesses de courant et des tailles de substrat de fond uniformes

Sur ces sites, des pêches électriques ont été réalisées dans les sections thermiquement contrastées pour attraper des tacons. L'uniformité des autres variables dans les deux sections permettait d'isoler l'effet de la température sur la sélection d'habitats des tacons. Dans chaque section, plusieurs parcelles ont été échantillonnées. La température, la vitesse, la profondeur, la taille du substrat ont été mesurées en plus d'inventorier le nombre de tacons retrouvés. Certains sites ont été échantillonnés plus d'une fois à différentes dates. Au total, 12 événements de pêche ont eu lieu sur l'ensemble des quatre sites et plus de 226 tacons ont été pêchés et remis à l'eau.

### Résultats et discussion

En analysant les événements de pêche avec les 20 modèles des experts, il semble y avoir un consensus chez les experts qui stipule qu'une température fraîche offrirait une meilleure qualité d'habitat que des températures plus chaudes. Cependant, lorsqu'on inclut les densités des tacons dans l'analyse, on remarque que les tacons semblent faire une


**Figure 3**

Confluence d'un affluent froid et de la rivière Sainte-Marguerite photographiée avec le dispositif thermique Seek thermal XR ©. La rive se trouve à gauche de la ligne pointillée tandis qu'à droite, il est possible d'observer le panache thermique, en violet pâle et foncé, formé par un tributaire froid se jetant dans la rivière réceptrice.

sélection d'habitats thermique entre 15 et 20°C. En effet, lorsqu'ils en ont l'occasion, les tacons évitent tant les zones particulièrement chaudes (>20,5°C) que les zones particulièrement froides (<15°C). Il serait possible d'imaginer que lorsque les températures des deux sections étaient incluses dans cet intervalle, les jeunes saumons utilisaient les deux sections indifféremment. Ce résultat suggère que les préférences de température des tacons ciblées dans la littérature seraient tout aussi valables en rivière, même si ces dernières ont généralement été déterminées à partir d'expériences en laboratoire.

Le modèle a aussi été testé sur des données provenant de deux campagnes d'échantillonnage similaires à celle de ce projet. Une de celles-ci a également été menée sur la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay) et l'autre sur la rivière Petite-Cascapédia (Gaspésie). Pour la première rivière, le modèle présenté a permis d'expliquer jusqu'à 37% des densités de tacons alors que pour la deuxième, le modèle n'a pu en expliquer que 15%. Bien que cela semble peu, il est important de rappeler que ce modèle statistique considère quatre variables, alors que l'habitat des saumons est orchestré par un système beaucoup plus complexe. D'ailleurs, on remarque que l'hétérogénéité des habitats disponibles influence beaucoup ces pourcentages. Lorsque les habitats sont homogènes, tel est le cas de la Petite-Cascapédia, les modèles expliquent plus difficilement la sélection d'habitats par les tacons. La raison est simple, plus les habitats sont similaires, moins les tacons ont la possibilité de choisir. Donc, même si tous les habitats sont moyens ou bons, plusieurs d'entre eux restent inhabités, biaisant ainsi les corrélations. Cependant, lorsque les habitats sont plus hétérogènes, tel est le cas de la rivière Sainte-Marguerite, il semble bel et bien y avoir une sélection. Dans le cas de cette étude, la tendance suggère que les habitats de meilleure qualité, selon les experts, sont davantage utilisés par les tacons. Ce résultat révèle donc un modèle avec beaucoup de potentiel.

## Conclusion

L'utilisation de logique floue pour construire un modèle d'habitat comporte plusieurs avantages. Parmi ceux-ci, on compte l'accès à de l'information autre que des données récoltées sur le terrain. En effet, l'interprétation de l'information par le cerveau humain est très riche et la logique floue permet de formaliser numériquement les connaissances des experts. Le modèle a permis d'expliquer 37 % des densités de



Travail sur le terrain (pêche électrique)

Photo : Rosemarie Gagnon-Poiré

tacons sur la rivière Sainte-Marguerite. Même si ces résultats permettent d'être optimiste, des validations additionnelles se doivent d'être réalisées sur plusieurs autres rivières afin que le modèle soit utilisable dans un cadre de gestion et de conservation.

En outre, ce modèle évalue la température à l'échelle d'une section de rivière, ce qui implique qu'il serait possible de quantifier l'effet d'un refuge thermique sur l'habitat du saumon et d'ainsi mieux prendre en compte l'importance des petits tributaires ayant une température inférieure au tronçon principal d'une rivière. Cet aspect est non négligeable considérant que la gestion des rivières à saumon au Québec est généralement concentrée sur les tronçons principaux et les tributaires majeurs alors que les refuges thermiques permettent à des centaines, voire des milliers de saumons, d'éviter la mort chaque année.

En conclusion, le groupe d'experts interrogés et les résultats s'entendent : la température de l'eau est une variable clé dans la sélection d'habitats des tacons. Lorsqu'ils ont le choix, les poissons utilisent des sections de rivière qui optimisent leur réaction métabolique, soit entre 15 et 20 °C. Considérant que la température de l'eau n'est plus une ressource limitante dans les bases de données des rivières à saumon de l'Est canadien (ex.: réseau RivTemp, [www.rivtemp.ca](http://www.rivtemp.ca)), cette variable ne peut être négligée davantage dans la modélisation de l'habitat de cette espèce et, ultimement, dans la gestion des rivières à saumon.

Si vous souhaitez avoir davantage de documentation sur le sujet, vous pouvez contacter l'Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre et Environnement.