



La particularité des populations de saumon atlantique

Par Nadia Aubin-Horth, Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA), Département de biologie, Université Laval, et Christian Landry, Département de biologie évolutive et systémique, Université d'Harvard.

Le saumon atlantique a une répartition géographique naturelle qui couvre une grande partie des eaux côtières de l'Atlantique Nord. Ses trois grandes régions d'origine sont l'est de l'Amérique du Nord, les côtes nord et ouest de l'Europe et la mer Baltique. Des populations naturelles se retrouvent ainsi en des endroits aussi différents que la chaude Espagne et la froide baie d'Ungava, dans le grand Nord québécois. De plus, le saumon atlantique se retrouve maintenant dans de nombreuses régions « exotiques » comme l'Amérique du Sud, en raison de la croissance fulgurante de l'élevage de cette espèce. Le saumon doit donc s'adapter à des conditions de vie et à des habitats pour le moins très variés. Sous le couvert de cette vaste répartition, qui laisse entrevoir une grande plasticité, des chercheurs ont toutefois découvert, à une échelle infiniment plus restreinte, des caractéristiques génétiques propres à chaque population de saumons fréquentant des rivières différentes. Ces résultats témoignent sans doute de nombreuses années d'évolution.

En quoi les populations sont-elles différentes ?

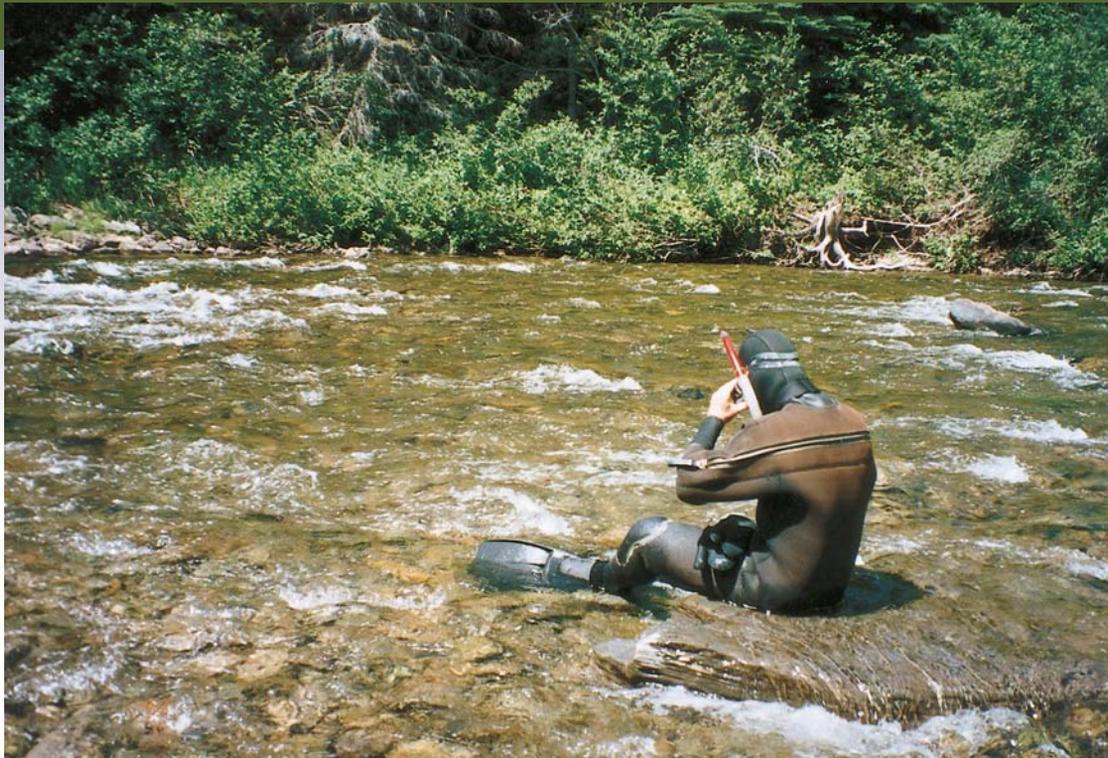
Une différence bien connue entre les populations de saumons est celle qui marque le moment du retour des adultes, de la mer vers la rivière, pour la reproduction. Cette date de « montaison » a été étudiée pour plusieurs rivières européennes par des biologistes qui ont démontré qu'elle varie entre les rivières et parfois même entre deux ruisseaux se jetant dans la même rivière. Ce résultat en soi peut sembler bien banal car plusieurs férus de pêche savent déjà que des variations de la date de montaison existent, par exemple, entre les rivières du Québec.

Mais la recherche ne s'arrête pas là, car son objectif est aussi de préciser si ces différences sont déterminées seulement par l'environnement dans lequel un poisson se développe, ce qui est nommé la « plasticité », ou si elles sont dues à des différences génétiques entre les populations. Par différences génétiques, on entend celles qui sont inscrites dans le **génome** des poissons et qui, par conséquent, sont transmissibles d'une génération à l'autre.

Les biologistes ont réalisé une expérience en rivière permettant de vérifier si ces différences sont dues seulement à l'environnement. Ils ont semencé des poissons provenant de deux rivières (appelons-les rivières A et B) dans une troisième et ont observé que les différences dans la date de montaison sont maintenues dans ce nouvel environnement ! Ceci suggère que les poissons de la rivière A sont programmés pour y revenir à un moment qui diffère génétiquement de celui des poissons de la rivière B, plutôt qu'à un moment qui serait dû à la plasticité (l'environnement).

Les développements des 25 dernières années en génétique et en biochimie ont permis aux biologistes d'avoir accès aux **gènes** et d'en étudier directement la variation. Cela a mené à des observations intéressantes. Par exemple, dans une étude portant sur une enzyme importante du métabolisme du saumon, des chercheurs ont démontré que différentes formes de celle-ci existent et qu'une d'elles semble stimulée par le froid et l'autre par la chaleur. L'effet de cet avantage se traduit par un gradient sud-nord de fréquence des deux formes le long des côtes américaine et européenne. De telles différences existent aussi à l'intérieur même de rivières où la température varie de façon marquée, parfois sur de courtes distances.

Des chercheurs de l'Université Laval ont également abordé la question des différences génétiques entre les populations de saumons en étudiant un gène qui est important pour la reconnaissance des parasites. En examinant la séquence de ce gène chez les saumons occupant sept sites de fraie de la rivière Sainte-Marguerite, l'équipe du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA) a pu démontrer des différences élevées dans l'abondance des formes de ce gène. Ceci suggère que les poissons occupant les sites de fraie pourraient réagir différemment à certains parasites qui, de leur côté, peuvent aussi varier localement dans les rivières.



Comment est-il possible de retrouver autant de différences génétiques entre les populations des diverses rivières si les saumons qui en sortent se réunissent pour passer près de la moitié de leur vie au même endroit ?

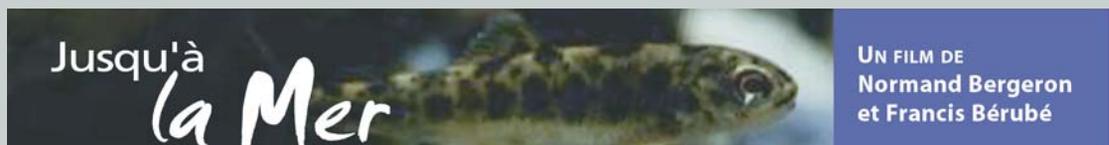
Les adaptations locales

Le fait que ces différences dans la date de montaison, les enzymes et les défenses contre les parasites et les maladies soient inscrites dans le génome est très intéressant, car cela suggère qu'au cours du temps les saumons ont pu développer une spécialisation qui leur permet de survivre dans les habitats où ils retournent pour se reproduire. L'existence de ces différences locales (quelques centaines de kilomètres tout au plus, parfois quelques dizaines de kilomètres) peut sembler paradoxale par rapport à la vaste répartition géographique du saumon atlantique et considérant son cycle de vie particulier.

Le saumon est un poisson dit anadrome, c'est-à-dire qu'il passe une partie de sa vie en eau douce (la reproduction et sa jeunesse) et une partie en eau salée. En effet, une fois que les juvéniles nés en rivière ont atteint une certaine taille, soit entre 1 à 8 ans selon la rivière, ils quittent leur pouponnière vers les eaux salées riches en nourriture. Cette dévalaison mènera des poissons de milliers de rivières vers le centre de l'océan Atlantique, bien que certains d'entre eux resteront très près des côtes. Tous ces saumons sont donc relativement mêlés les uns aux autres dans quelques milliers de kilomètres carrés, malgré leurs origines différentes. Comment est-il possible alors de retrouver autant de différences génétiques entre les populations des diverses rivières si les saumons qui en sortent se réunissent pour passer près de la moitié de leur vie au même endroit ? La réponse se trouve dans la suite du cycle de vie du saumon.

Jusqu'à la mer

Les documentaires réalisés sur le saumon traitent souvent de la longue migration reproductrice qui amène les géniteurs à retourner dans les eaux de la rivière qui les a vu naître. *Jusqu'à la mer* se démarque en débutant là où la plupart des autres films se terminent, c'est-à-dire avec la déposition des œufs dans le nid. Réalisé par Normand Bergeron et Francis Bérubé, respectivement professeur et chercheur à l'Institut national de la recherche scientifique-Centre Eau, Terre



et Environnement (INRS-ETE) et au Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA), le film propose des images inédites qui illustrent cette période méconnue du cycle de vie des saumons qui se déroule dans l'eau douce des rivières. Ce documentaire, qui a soulevé un très grand intérêt lors de sa diffusion à l'émission *La Semaine verte*, est maintenant offert en vidéocassette pour la modique somme de 24,95 \$. Pour information : argentdepoche@videotron.ca ou télécopieur (418) 523-0135.

Le homing

En effet, les saumons possèdent une capacité surprenante appelée le *homing* que l'on peut traduire par « retour au gîte ». Ce comportement se manifeste lorsque les saumons devenus grands en très peu de temps (1 à 3 ans), après s'être gavés dans les pâturages marins au large des côtes du Groenland, retournent vers l'eau douce pour se reproduire. Certains partiront vers l'Europe et d'autres vers l'Amérique, mais ceci ne se fait pas au hasard. Les saumons, en effet, retourneront, presque sans se tromper, à leur rivière d'origine. Plus surprenant encore, des chercheurs québécois du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA), américains et européens, ont démontré, indépendamment pour différentes rivières, que les saumons retournent non seulement à la rivière où ils sont nés, mais aussi à la frayère où ils ont commencé leur vie. Les mécanismes permettant d'expliquer comment un saumon peut retrouver une rivière située à des milliers de kilomètres, s'y rendre et atteindre ensuite un endroit précis dans ce cours d'eau ne sont pas encore bien connus. Une des hypothèses veut que les adultes reconnaissent l'odeur de leur rivière natale en raison de substances chimiques émises par les juvéniles habitant cette rivière. Cette capacité d'orientation très impressionnante a pour conséquence de rendre possibles les **adaptations locales**. En effet, les saumons ayant survécu aux conditions d'une rivière dans les jeunes stades de vie, et retournant à ces mêmes sites pour s'y reproduire, transmettent à leurs descendants les gènes qui leur ont donné du succès, leur assurant ainsi du succès de la même façon.

Conséquences pour l'ensemencement et la gestion des stocks

Toutes ces adaptations locales sont fascinantes pour les biologistes intéressés par l'évolution, mais ont aussi des conséquences utiles pour la gestion et pour la conservation de l'espèce. Ainsi, les taux de croissance peuvent différer entre les populations des rivières et entre les sites d'une même rivière. Il en est de même de l'âge du déclenchement de la maturité sexuelle chez les femelles et chez les mâles. La variation de la forme du corps ainsi que le nombre et la taille des œufs produits par les saumons provenant de rivières différentes sont autant d'exemples qui militent en faveur de l'unicité de chaque population. Comme notre exemple de date de montaison le démontre bien, les saumons transférés dans une nouvelle rivière ne changeront pas le moment de leur retour vers l'eau douce, malgré que ça leur serait bénéfique, car cette date est « programmée » génétiquement.

Les différences génétiques au niveau du taux de croissance, de la morphologie ou dans les enzymes nécessaires pour s'acclimater à une eau d'une certaine température permettent aux saumons de bien réussir dans leur rivière d'origine, mais rendent en même temps leur survie moins probable dans une autre rivière, si celle-ci présente des caractéristiques distinctes d'habitat.

Ceci peut avoir des conséquences si un stock d'une rivière est utilisé pour en semencer une autre. En effet, bien qu'il soit possible que la **sélection naturelle**¹ agisse sur le stock transplanté dans un nouvel environnement, permettant à de nouvelles adaptations d'émerger et de

se répandre dans la population, plusieurs scientifiques pensent que ce processus évolutif se produit sur une trop longue période (des centaines de générations), résultant en la disparition de la population bien avant qu'elle ne soit adaptée à son nouvel environnement. De plus, la sélection naturelle ne peut agir que sur la variabilité génétique existante et les stocks d'ensemencement sont souvent dépourvus de variabilité.

De la rivière aux gènes

Avoir accès directement aux gènes procure beaucoup d'information sur les stocks de saumons et sur les individus qui les composent. Malheureusement, les gènes impliqués dans la détermination de l'âge à la reproduction, de la taille, etc., ne sont pas encore identifiés. Par contre, l'avenir est très prometteur puisque de grands projets de séquençage et de cartographie² du génome du saumon sont en cours. Il sera alors possible dans les années à venir d'identifier les parties du génome et les gènes qui sont importants et spécifiques pour les stocks, ouvrant la voie à une meilleure connaissance de l'espèce.

Note 1 :

La sélection naturelle est le processus par lequel les conditions dans lesquelles vivent les individus d'une espèce permettent à certains de survivre et de se reproduire parce qu'ils ont de meilleurs gènes. La sélection naturelle agit ainsi sur la variabilité génétique d'une population, triant les meilleurs gènes. Elle constitue un mécanisme qui améliore ou adapte une population et la rend plus apte à vivre dans certaines conditions locales. Le résultat de cette amélioration se nomme adaptation locale.

Les premières descriptions de la façon dont fonctionne la sélection naturelle viennent de deux naturalistes anglais du XIX^e siècle, Alfred Russel Wallace (1823-1913) et Charles Darwin (1802-1882), ce dernier ayant eu une contribution et des répercussions de plus grande importance dans l'avancement de la biologie.

Note 2 :

Les chromosomes sont d'énormes molécules filiformes contenues dans les cellules vivantes. Ils sont formés d'ADN et contiennent toute l'information nécessaire pour faire un organisme complet, celle-ci étant inscrite dans la séquence de petites molécules qui les forment, les gènes représentant des petites sections des chromosomes qui ont des fonctions précises. Ceux-ci contiennent l'information nécessaire, par exemple, pour produire des protéines comme l'hormone de croissance ou l'hémoglobine. Le positionnement des gènes sur les chromosomes se nomme cartographie génétique et la lecture de l'information inscrite dans les chromosomes se nomme le séquençage de l'ADN. L'ensemble des gènes contenus dans les chromosomes d'une espèce ou d'un organisme est désigné sous le vocable de génome.