36 **M**icrochimie des otolithes : l'histoire de vie au révélateur

36 **A**limentation, eutrophisation : ce que nous apprend l'analyse isotopique

37 **S**aumon et stress précoce : des réponses différentes selon les populations

38 **C**olmatage : quel impact sur la fraie des salmonidés ?

38 **N**ombre de « reproducteurs efficaces » : une méthode validée pour le saumon

39 **S**aumon et changement climatique : l'avenir, ça se modélise !

40 **L**es truites de mer, « passeuses de gènes » d'un bassin à l'autre ?

41 **L**a croissance en mer des salmonidés vue par leurs écailles

42 **M**âles « précoces » : quel rôle dans la reproduction du saumon ?

42 **L**a couleur des tacons précoces indique-t-elle leurs performances de reproducteurs ?

43 **Q**uand les aloses font des « bulls »

43 **D**es populations d'alose en régression

44 **L**amproies fluviatiles et lamproies de Planer : un cas d'espèce !

44 **D**es cycles de vie très différents

45 **L**a migration des civelles : on en sait un peu plus !

45 **L**e sexe des anguilles : d'abord une affaire d'environnement

Connaissances nouvelles
en écologie aquatique

C

© E. Beaumont - INRAE

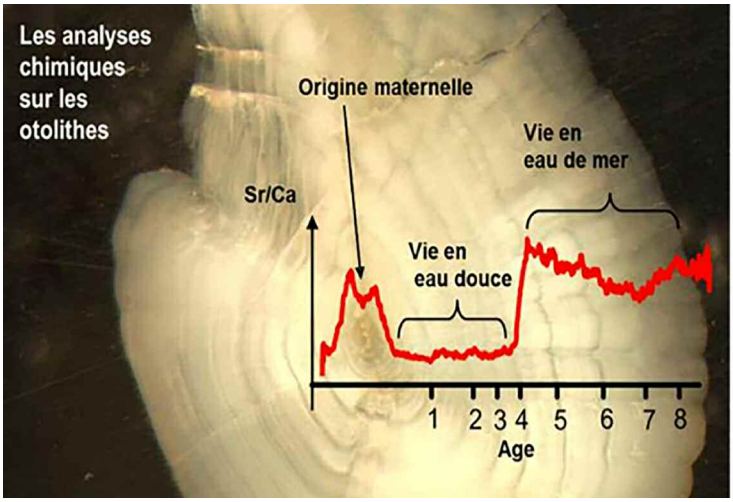
Microchimie des otolithes : l'histoire de vie au révélateur

Les otolithes, véritables « boîtes noires » des poissons (p. 30), permettent aux chercheurs de l'ORE DiaPFC de retracer, par l'analyse des éléments chimiques qu'ils contiennent, les lieux de vie et les origines des migrateurs. Quelques exemples.

Parmi les éléments rares qu'accumulent les otolithes au cours de la vie des poissons, le Strontium et le Baryum sont particulièrement utiles pour l'étude des espèces migratrices : leurs concentrations sont bien différentes dans l'eau de mer et dans celle des rivières. « La mesure de leurs variations, le long d'une coupe d'otolithe, permet de retracer dans le temps les différentes phases de la vie d'un individu, explique Jean-Marc Roussel, chercheur à INRAE : par exemple l'âge à la migration et le nombre d'années en mer des saumons, le nombre de retours en eau douce pour les truites de mer… ». Dans le cas des anguilles, c'est également par la microchimie que l'on a pu établir que certains adultes passent toute leur vie en estuaire.

Otolithes et origine maternelle

Encore plus fort : les otolithes se forment dès les tout premiers jours de vie alors que l'alevin se développe encore sur les réserves transmises par sa mère (le « sac vitellin »)… et livrent donc aussi des indices sur l'ascendance des individus. Ces éléments ont par exemple été utilisés par une étude couplant microchimie et analyses génétiques, qui s'est intéressée à l'origine de saumons juvéniles de quatre cours d'eau de la baie du Mont-Saint-Michel. « Elle a permis d'identifier, parmi ceux-ci, des individus issus de repeuplement (nés en pisciculture), d'autres issus de géniteurs sauvages et d'autres issus d' "hybridations" entre poissons sauvages et repeuplés », indique Jean-Marc Roussel. Avec à la clé, des indications précieuses pour orienter les pratiques de gestion.



© J-C Aymes - INRAE

Alimentation, eutrophisation : ce que nous apprend l'analyse isotopique

Une autre façon de « faire parler » les échantillons biologiques consiste à s'intéresser aux isotopes – ces formes d'un même élément chimique qui diffèrent par leur masse (le nombre de neutrons). « Ce type d'approche est souvent utilisé sur les écailles des poissons, qui se fabriquent par la voie trophique, explique Jean-Marc Roussel, chercheur à INRAE : l'analyse de leurs isotopes du Carbone et de l'Azote donne donc des indications sur les ressources alimentaires disponibles dans leurs milieux ». Des travaux de l'ORE DiaPFC, en cours, l'utilisent par exemple pour identifier les zones d'alimentation des saumons par rapprochement avec des cartes marines de signatures isotopiques. Selon la même logique, l'analyse isotopique peut être mobilisée comme indicateur de l'eutrophisation des cours d'eau : c'est le cas sur le Scorff, où les collections d'écailles de salmonidés juvéniles sont revisitées pour retracer l'évolution de l'eutrophisation depuis les années 70. Une approche voisine, toujours sur le Scorff, analyse des fragments de nageoires et de macrophytes pour réaliser des « radiales isotopiques » sur le linéaire du cours d'eau. « De cette manière, nous avons pu quantifier en 2006 l'incidence des rejets de nutriments à l'aval d'une pisciculture », indique Jean-Marc Roussel. Après fermeture de l'établissement, la réalisation d'une nouvelle « radiale » en 2016 a permis à l'équipe d'observer la bonne cicatrisation de l'écosystème : les isotopes ne mentent pas !

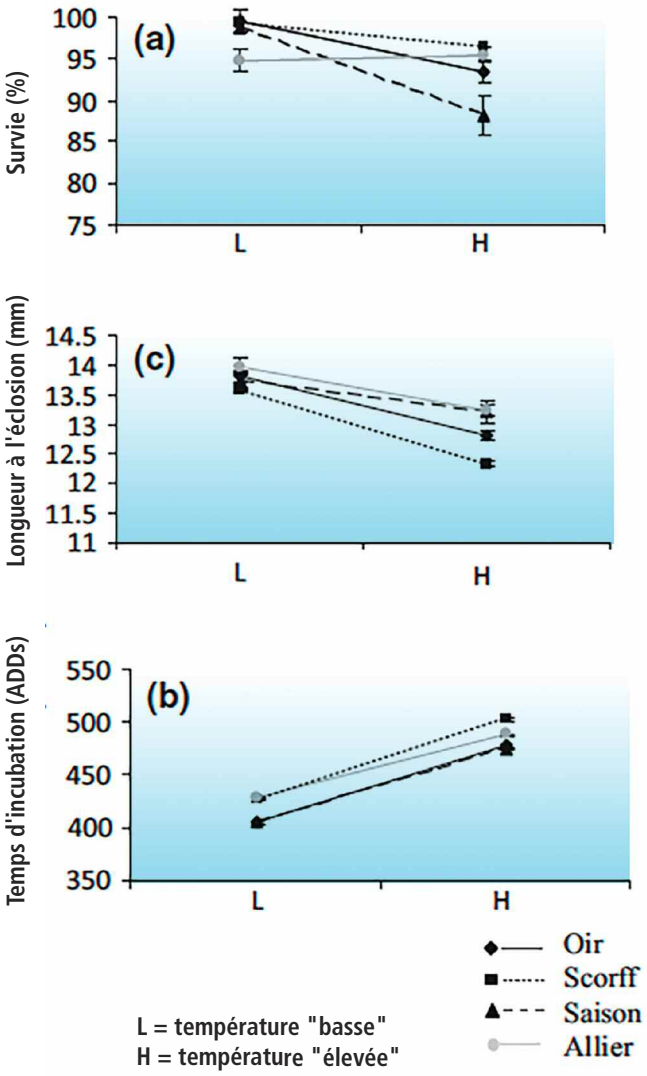
Saumon et stress précoce : des réponses différentes selon les populations

Des travaux en conditions contrôlées montrent que les embryons de saumons supportent plus ou moins bien l'hypoxie et le réchauffement, selon la rivière d'origine des géniteurs.

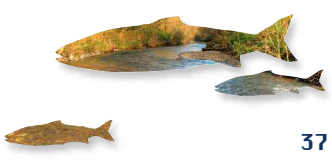
Prenez quatre saumons femelles et quatre mâles de l'Oir. Réalisez des fécondations croisées *in vitro* : vous obtenez 16 « familles » d'œufs. Procédez de même avec des géniteurs du Scorff, du Saison (affluent du Gave d'Oloron) et de l'Allier. Faites incuber le tout en conditions dirigées… et observez ! « Nous avons soumis ces œufs fécondés à des stress variables, explique Guillaume Evanno, chercheur à INRAE : température "normale" (un gradient de 4 à 10°C) ou élevée (10°C constant) ; oxygénation "normale" (10 mg/l) ou hypoxie (5 mg/l). » Résultat ? Le devenir des embryons face à ces différents stress, en termes de temps d'incubation, de survie à l'éclosion ou de longueur des alevins, s'avère sensiblement différent selon leur provenance.

Potentiel d'adaptation

Ces travaux visent à explorer le potentiel d'adaptation des populations de saumons aux changements environnementaux. « Les réponses différentielles que nous avons observées peuvent s'analyser en fonction des régimes thermiques des rivières d'origine, ainsi que de la nature différente de leur substrat », avance Guillaume Evanno. Mais même sous cet angle, il reste des surprises. Ainsi les saumons du Haut-Allier, la plus froide des quatre rivières en hiver, semblent-ils résister aussi bien voire mieux que les autres à la hausse de la température. Un volet de l'étude s'est aussi intéressé aux réponses au stress des hybrides entre ces populations, avec là encore des constats notables… mais c'est une autre histoire !



Réponse des "familles" d'œufs de saumons de l'Oir, du Saison, du Scorff et de l'Allier à la température en termes de taux de survie, de temps d'incubation, et de longueur à l'éclosion.



Colmatage : quel impact sur la fraie des salmonidés ?

Sur la Nivelle, une étude au long cours cherche à préciser les effets du colmatage du substrat sur la survie des stades embryonnaires de truites.

Chaque hiver, truites et saumons enfouissent leur ponte sous le gravier de leurs frayères : ils y resteront quelques semaines avant d'éclore… si tout se passe bien. « Le colmatage du substrat par les sédiments, limitant l'apport d'oxygène aux œufs, est un facteur connu de mortalité », explique Agnès Bardonnet, chercheuse à INRAE. Pour quantifier ce phénomène, son équipe installe tous les ans depuis 2010 (p. 32), dans trois affluents de la Nivelle, des capsules grillagées contenant des œufs de truites fécondés – « 15 capsules par site, 10 œufs par capsule, séparés par des billes de verre pour éviter la propagation de champignons », précise la chercheuse.

Un facteur peut en cacher un autre

À l'issue du temps d'incubation (qui dépend de la température de l'eau), les capsules sont retirées et les taux de survie estimés. Le colmatage est mesuré en parallèle sur chaque site, grâce à un protocole standardisé. À ce stade, le bilan est contrasté : « D'une année à l'autre, nous n'observons pas une corrélation évidente entre colmatage et mortalité sous gravier, indique Agnès Bardonnet. Et ce, alors qu'une expérience en conditions semi-naturelles dans notre rivière donne une relation très nette ! » Dans le bassin de la Nivelle, d'autres facteurs entrent donc en jeu. Parmi les candidats possibles, la contamination par les micropolluants : une piste que l'équipe prévoit d'explorer *in situ*, avec un laboratoire du CNRS et de l'Université de Bordeaux.

Nombre de « reproducteurs efficaces » : une méthode validée pour le saumon

Pour connaître l'état d'une population, les indices d'abondance ne suffisent pas toujours. « À quantité de juvéniles égale, le nombre de géniteurs ayant contribué significativement à la reproduction peut être très différent selon les bassins ou les années», explique Olivier Lepais, chercheur à INRAE. Or cette notion de « taille efficace » de la population est essentielle : lorsqu'elle est élevée, la population présente une diversité génétique plus grande… et donc une meilleure capacité d'adaptation aux changements environnementaux. Grâce à l'ORE DiaPFC, une méthode a été mise au point pour estimer en routine le nombre de reproducteurs efficaces des populations de saumons, à partir des opérations de pêche pour l'échantillonnage des juvéniles et la mesure d'indice d'abondance (p. 27). « De petits morceaux de nageoires sont prélevés sur les juvéniles capturés, puis analysés par des outils génétiques de reconstruction de fratries, indique Olivier Lepais. La phase de laboratoire représente environ un mois de travail pour un échantillon de 300 juvéniles. » À l'arrivée, une information précieuse sur la « qualité » d'une population, utilisable notamment pour suivre dans le temps les effets d'actions de gestion.

Saumon et changement climatique : l'avenir, ça se modélise !

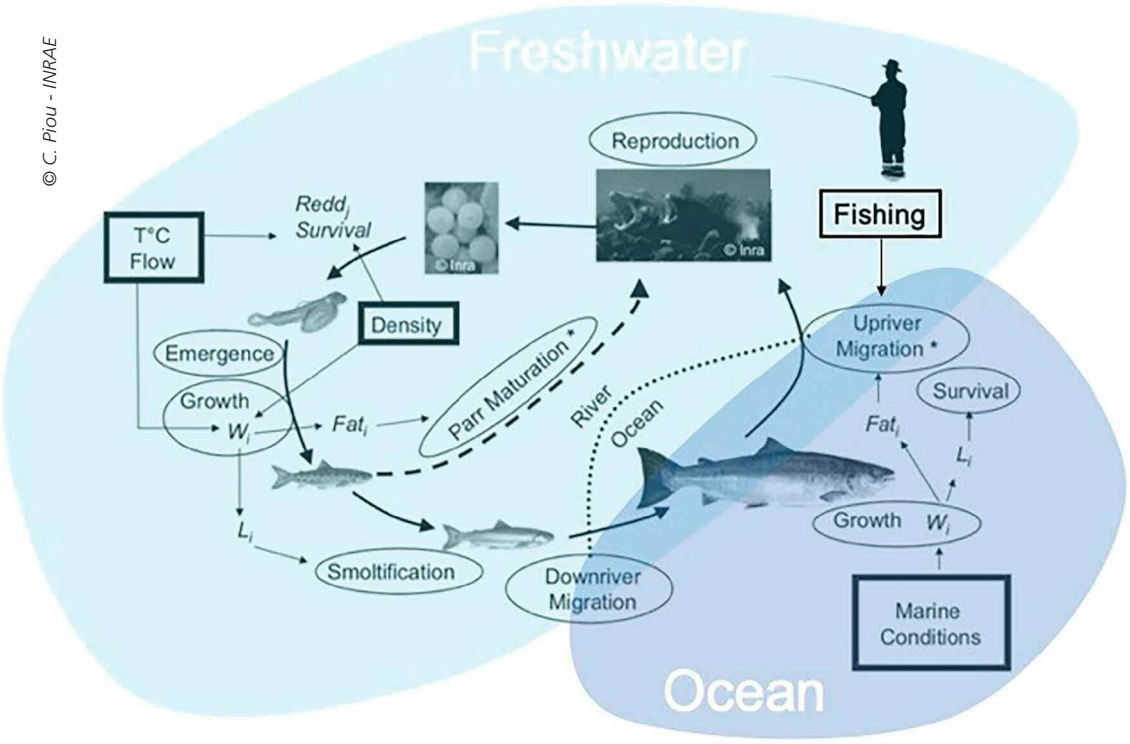
Le simulateur de populations IBASAM, développé grâce à l'ORE DiaPFC, synthétise les connaissances actuelles sur l'écologie du Saumon atlantique pour évaluer les impacts potentiels du changement climatique.

IBASAM, pour *Individual based atlantic salmon model* : « Dans notre modèle, chaque individu de la population virtuelle de saumon est suivi de sa naissance jusqu'à sa mort. Chacun a ses propres caractéristiques qu'il peut transmettre aux générations suivantes. Cela nous permet de prendre en compte les capacités d'adaptation de l'espèce via des réponses plastique et évolutive », explique Mathieu Buoro, chercheur à INRAE. Développé en s'appuyant sur les chroniques de données de l'ORE DiaPFC, en particulier celles du Scorff, cet outil intègre presque tout ce que l'on sait actuellement sur le saumon : courbes de croissances, choix d'histoire de vie, processus de reproduction et de survie, en lien avec les variables environnementales. Objectif : simuler des scénarios de changement climatique et évaluer les réponses potentielles des populations, pour éclairer les gestionnaires dans leurs décisions.

Des conditions en mer à la pression de pêche

Sans cesse affiné par de nouvelles données, IBASAM livre déjà de nombreux éléments. Par exemple, « il établit que le plus gros impact du changement climatique sur les saumons découlerait de la dégradation des conditions de croissance en mer, indique Mathieu Buoro. Mais, plus près de nous, il montre aussi comment le maintien d'une pression de pêche ciblée sur les gros géniteurs amplifie ces effets. » D'abord développé à l'échelle d'une seule rivière, de type fleuve côtier français, le modèle est actuellement étendu pour représenter l'ensemble des populations d'une région donnée (avec une prise en compte des échanges entre populations), en faisant varier une large palette de paramètres : débit des rivières, températures, fréquence des événements extrêmes, pression de pêche…

© C. Piou - INRAE



Les truites de mer, « passeuses de gènes » d'un bassin à l'autre ?

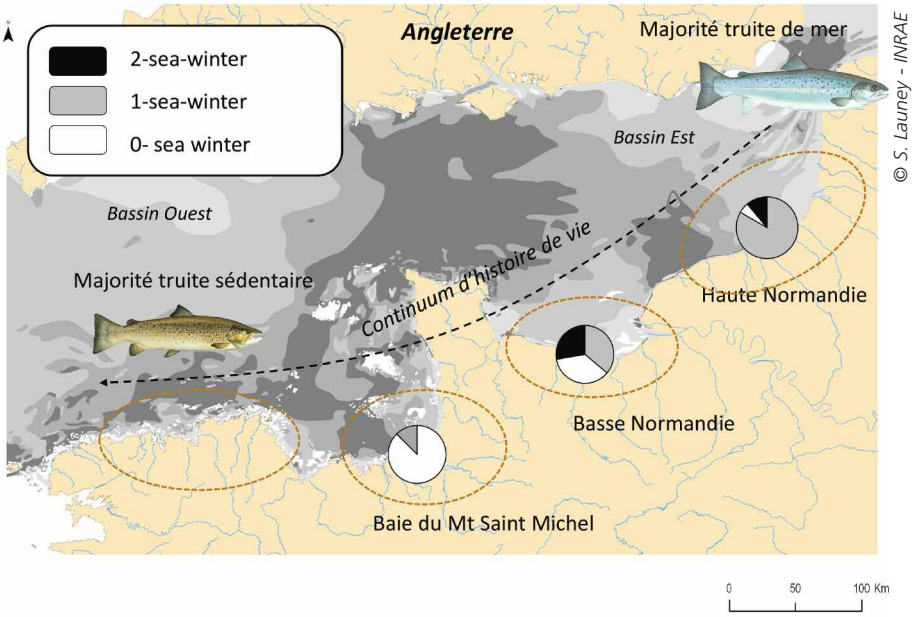
Dans le golfe de Gascogne et dans la Manche, deux études s'intéressent au rôle des truites migratrices dans la dispersion des gènes entre populations.

Les truites de mer seraient moins fidèles que les saumons à leur rivière natale. Ce trait a été étudié dans le fond du golfe de Gascogne, où l'analyse des marqueurs génétiques (« microsatellites ») de centaines de juvéniles a permis d'identifier plusieurs populations bien distinctes : fleuves côtiers espagnols (dont la Bidassoa), Nivelle, Nive, Gaves… Sur cette base, l'origine de truites de mer adultes, capturées à la remontée dans quatre rivières, a pu être retracée. Bilan : « Sur la Nive et la Nivelle, 48 % et 56 % de nos truites de mer provenaient d'un autre bassin – en majorité des fleuves côtiers espagnols, indique Joëlle Chat, ingénieure de recherche à INRAE. En revanche, dans les Gaves, il y a moins de 3 % de truites de mer espagnoles. » Reste à savoir dans quelle mesure ces truites « baladeuses » sont vectrices d'échanges génétiques entre les bassins. Au Pays basque, les flux semblent très limités : « Nos analyses sur les juvéniles montrent que les échanges sont négligeables dans un passé récent, comme si les truites qui changent de bassin ne s'y reproduisaient pas », explique Joëlle Chat.

Un rôle du paysage marin

Une autre étude, sur 20 fleuves côtiers de la Manche, apporte un éclairage différent. « Les truites de mer des bassins de l'est de la Seine (Durdent, Saâne, Bresle, Canche…), présentent très peu de différences génétiques, indique Sophie Launey, chercheuse à INRAE. En comparaison, côté Bretagne, les populations sont bien distinctes d'un bassin à l'autre. » Face à ces constats, l'équipe étudie l'hypothèse d'un effet du paysage marin dans la dispersion des truites migratrices. « Le milieu marin de la Manche orientale, très homogène avec des fonds meubles et riches, fournit aux truites des conditions favorables à leur dispersion », analyse Sophie Launey. À l'ouest, de l'autre côté de la barrière naturelle du Cotentin, les côtes rocheuses, moins favorables, limiteraient cette dispersion… et donc les chances de passer d'un bassin à l'autre !

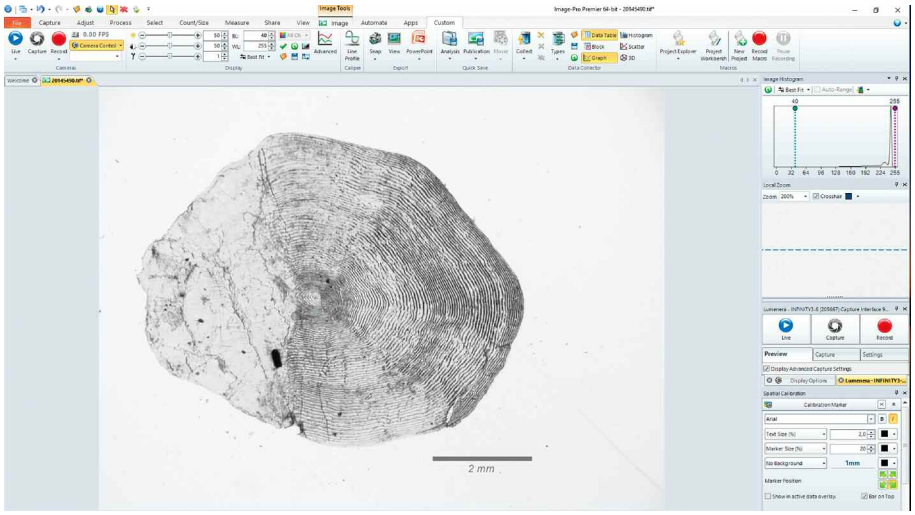
Hétérogénéité du paysage marin et stratégies migratoires



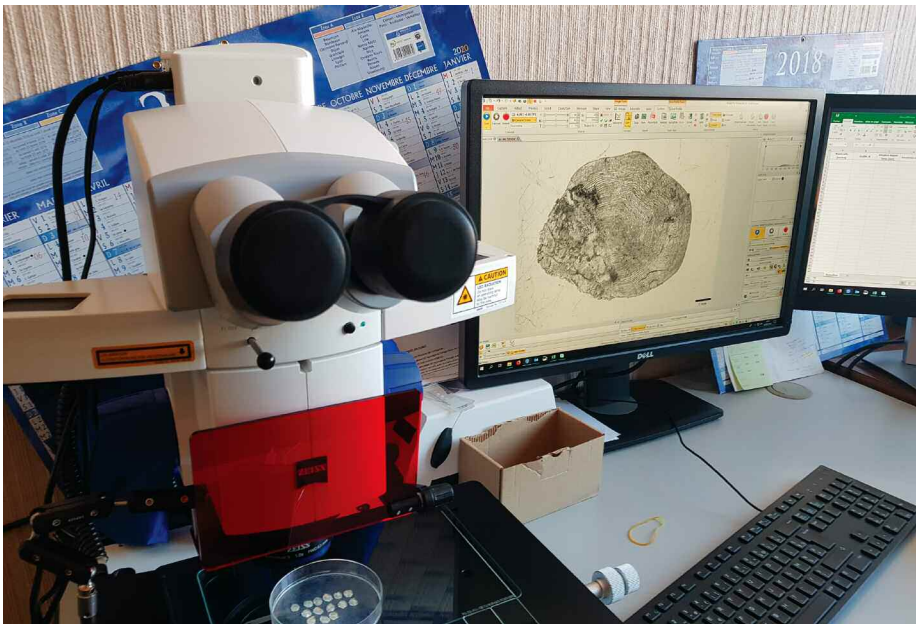
© S. Launey - INRAE

La croissance en mer des salmonidés vue par leurs écailles

Les travaux présentés pour les truites de la Manche s'inscrivent dans le cadre du projet SAMARCH (*Salmonid MAnagement ARound the Channel*), programme de recherches franco-britannique lancé en 2017, Interreg Manche, sur la vie marine des salmonidés migrateurs dans le contexte du changement climatique. Un des volets vise à retracer la croissance des poissons en mer à partir de leurs écailles : « Nous scannons au microscope quelque 27 000 écailles, collectées sur cinq rivières depuis 30 ans, pour analyser leurs stries de croissance », indique Marie Nevoux, chercheuse à INRAE. « Ce travail de fourmi livrera des données inédites sur les salmonidés de la Manche et les changements récents que connaissent leur populations, précise son collègue Étienne Rivot, professeur à Agrocampus-Ouest : âge, temps passé en mer et en eau douce, croissance en lien avec les ressources marines … ». Ces nouvelles connaissances pourront être utilisées pour améliorer les mesures de gestion des populations de poissons sauvages et des milieux côtiers et estuariens, afin d'atténuer les effets des activités anthropiques et des changements environnementaux sur les salmonidés. À suivre : www.samarch.org !



© F. Marchand - INRAE



© F. Marchand - INRAE

Mâles « précoces » : quel rôle dans la reproduction du saumon ?

Certains saumons mâles s'invitent sur les frayères dès leur première année de vie : une stratégie individuellement risquée, comme le révèlent des travaux menés sur la Nivelle.

Ils mesurent à peine 15 cm, ne sont jamais allés en mer, mais viennent mêler leur semence aux ébats hivernaux des grands migrateurs ! « Selon les rivières et les années, ces jeunes mâles dits 'maturants précoces' peuvent jouer un rôle majeur dans la reproduction » indique Cédric Tentelier, maître de conférences à l'université de Pau et des Pays de l'Adour. Deux années de suite, son équipe a effectué des analyses de paternité sur 1 500 alevins de la Nivelle : respectivement 56 % puis 25 % de ceux-ci avaient pour père un mâle précoce. La stratégie est donc payante au plan collectif… mais pas au niveau individuel : « Ces deux mêmes années, nos analyses ont révélé que 80 % des petits mâles précoces n'avaient eu aucune descendance ! », explique Cédric Tentelier.

Plus de chances si les femelles sont nombreuses

Rien n'empêche alors ces tacons précoces de partir en mer, pour espérer ensuite se reproduire « normalement »… sauf que l'énergie investie dans leur maturité ne l'a pas été dans leur croissance. « Une étude par radiopistage, menée en 2017, nous confirme que les mâles maturants se déplacent beaucoup plus dans la rivière que les autres juvéniles », précise le chercheur. Pour comprendre ce choix coûteux, l'équipe étudie plusieurs pistes : les cours d'eau avec de bonnes conditions de croissance initiale produiraient davantage de tacons précoces ; ceux-ci auraient aussi de meilleures chances de succès les années où les femelles sont nombreuses à remonter, ou quand les grands mâles sont rares… À suivre (dans la durée) !

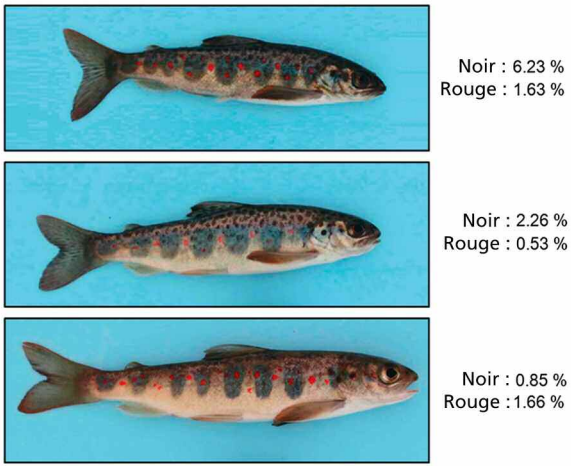
La couleur des tacons précoces indique-t-elle leurs performances de reproducteurs ?

Pour les jeunes saumons maturants, l'habit pourrait bien faire le moine : c'est ce que montre une expérience menée sur les bords de l'Oir.

Chez de nombreuses espèces de poissons, les mâles dominants présentent une livrée sombre. « Ce trait, associé au taux de mélanine, est essentiellement d'origine génétique, indique Guillaume Evanno de INRAE. Il se distingue de la pigmentation de couleur rouge, davantage liée à l'alimentation de l'individu. » Dans le cas des tacons précoces (ci-dessus), ces caractéristiques pourraient-elles indiquer la performance reproductive ? Pour le savoir, le chercheur a travaillé sur 20 jeunes mâles précoces de l'Oir, photographiés pour quantifier le « taux de noir » et le « taux de rouge » de leurs robes. L'équipe a ensuite réalisé des fécondations *in vitro* avec les œufs de deux femelles – « soit 40 familles d'œufs, placés dans des capsules grillagées et mis en incubation dans l'Oir », explique le chercheur.

Mieux vaut du noir que du rouge

Après l'éclosion, 66 jours plus tard, les capsules sont récupérées et les alevins conservés au laboratoire. Objectif : comparer leurs taux de survie et la durée de la phase embryonnaire, avant émergence. L'expérience s'avère concluante. « Nous constatons une corrélation nette et positive entre le « taux de noir » des pères et la survie de leurs descendants, annonce Guillaume Evanno. Mais cet avantage s'accompagne d'un développement embryonnaire plus long, donc d'un retard potentiel à l'émergence du gravier. » Quant au taux de rouge des tacons, il n'influe pas vraiment sur la survie des œufs… mais allonge lui aussi le temps d'émergence. Reste à savoir si les femelles sont au courant !



Les tacons ont été photographiés selon un protocole standardisé, pour quantifier leurs « niveaux » de noir et de rouge.

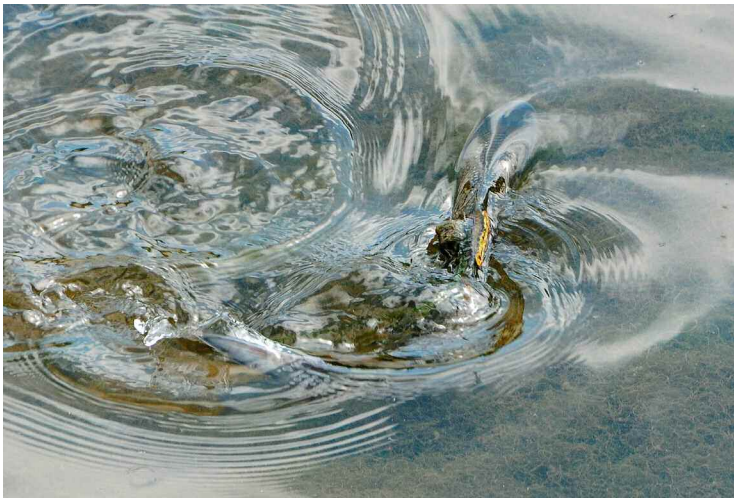
Quand les aloses font des « bulls »

Pour la première fois, une étude a suivi *in situ* la reproduction tapageuse des aloses sous l'angle individuel. À la clé, des éléments concrets pour relier le nombre de « bulls » à l'abondance de l'espèce.

Remontés en mai, après 3 à 7 ans en mer, les géniteurs d'alose passent à l'acte de nuit, en juin et juillet. Au moment décisif, mâle et femelle tournent en rond l'un sur l'autre à toute vitesse, leurs nageoires produisant à la surface un bruit caractéristique – un « bull », disent les Gascons. « Ces signatures sonores sont dénombrées depuis longtemps sur certaines rivières, comme une indication de l'abondance de l'espèce », indique Cédric Tentelier, maître de conférence à l'université de Pau et des Pays de l'Adour. Selon les auteurs, chaque adulte pourrait produire 5 à 12 bulls : c'est ce qu'a voulu préciser une étude menée entre 2016 et 2018. Comment ? En suivant individuellement, pendant toute leur période de reproduction, un certain nombre de géniteurs porteurs d'un émetteur radio et d'un accéléromètre (p. 31), le tout complété par un suivi audio à large couverture. En 2016, très mauvaise année pour les remontées d'aloses sur la Nivelle, l'équipe n'a marqué qu'un couple, et suivi leurs ébats en bassin. «Nous avons ainsi pu vérifier que les poissons supportaient le dispositif, et surtout que les données contenues dans l'accéléromètre permettaient de dénombrer sans doute possible les bulls qu'ils avaient effectués », souligne Cédric Tentelier.

7 à 26 bulls par femelle

En 2017, davantage d'aloses ont remonté la rivière. L'équipe a obtenu l'autorisation de marquer neuf femelles. Tous les accéléromètres ont pu être récupérés peu après leur reproduction. Ils ont livré leur verdict : entre 7 et 26 bulls par femelle, pour une moyenne de 15. «Nos femelles ont été actives en moyenne quatre nuits, avec un pic vers 2h du matin, séparées par trois ou quatre nuits d'inactivité, précise le scientifique. Nous avons aussi constaté qu'une même femelle peut faire une série de bulls dans la même nuit, jusque six en 30 minutes. » Ce qui accrédite l'hypothèse de « faux bulls », sans expulsion d'œufs – peut-être pour se débarrasser d'un mâle non désiré ? La campagne 2018, avec 15 femelles marquées, aurait pu permettre d'en découvrir encore plus… si une brusque crue fin juin n'avait pas rejeté en mer les poissons avec leur précieuse boîte noire. Un risque à courir, pour une étude qui va de toute façon faire du bruit !



© S. Glise - INRAE

Des populations d'alose en régression

Les effectifs de grande alose comptés depuis 30 années à la station de contrôle d'Uxondoa sur la Nivelle, à 17 km de l'embouchure, montre un inquiétant fléchissement. Le record de 688 individus, en 2005, est aujourd'hui bien loin : 114 en 2013, 27 en 2015, 40 en 2018… Une évolution comparable est observée sur la Garonne (plus grosse population mondiale de l'espèce) : de plusieurs centaines de milliers il y a quelques décennies, les effectifs sont tombés à quelques dizaines de milliers. À 500 km au nord, sur le Scorff, la grande alose fait en revanche une timide apparition ces dernières années : peut-être le signe d'une modification de son aire géographique, à l'ère du changement climatique ?

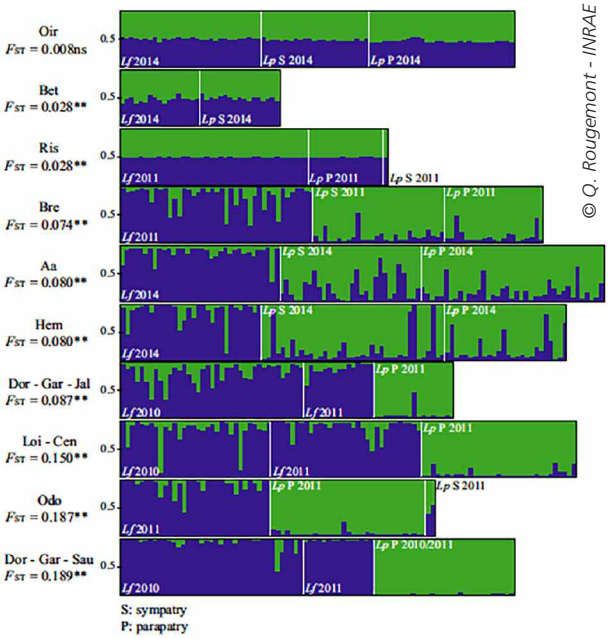
Lamproies fluviatiles et lamproies de Planer : un cas d'espèce !

Deux espèces bien distinctes ? Ou une seule espèce, avec deux formes capables de s'hybrider ? Le cas des lamproies fluviatile et de Planer n'est pas tranché, mais les analyses menées à l'ORE DiaPFC accréditent la seconde hypothèse.

« Ce qui définit deux espèces distinctes, c'est que leurs hybrides, s'il y en a, sont non viables ou stériles », rappelle Guillaume Evanno, chercheur à INRAE. Entre la lamproie fluviatile et la lamproie de Planer, des hybrides il y en a sans aucun doute. Dans les rivières où les deux sont présentes, elles fraient ensemble : ainsi sur l'Oir, les équipes de l'ORE DiaPFC observent aux mois d'avril et de mai une reproduction communautaire, formant des agglomérats de 10 à 30 individus. « En réalisant des croisements *in vitro*, nous avons établi que le taux de fécondation interspécifique et le taux d'éclosion des hybrides sont proches de 100 % », indique Guillaume Evanno. Une autre expérience a aussi prouvé que les petits mâles Planer, en concurrence avec de grands fluviatiles, parvenaient à féconder des femelles. Mais pour conclure à une espèce unique, il faudrait élever les larves hybrides en captivité pendant 6 ans, vérifier leur survie à l'âge adulte, puis leur fertilité : infaisable !

Des « degrés d'hybridation » variables selon les rivières

L'équipe s'en est alors remise aux outils génétiques. Des analyses de « microsatellites » (fragments d'ADN très variables, utilisés pour mesurer la similarité entre des individus ou populations) ont été réalisées sur des lamproies fluviatiles et de Planer, échantillonnées dans 10 bassins différents : de l'Oir à la Dordogne, de la Béthune à la Loire. Les résultats, objets de plusieurs publications, livrent de nouveaux éléments. Dans trois rivières, dont l'Oir, aucune différenciation génétique ne peut être observée entre les deux formes – « exactement comme s'il s'agissait d'une seule et même espèce », explique Guillaume Evanno. Leur point commun ? « Ce sont des cours d'eau où les deux populations cohabitent étroitement et se reproduisent ensemble. » Ailleurs, les individus peuvent être assignés, avec différents degrés d'hybridation, à l'un des deux groupes. Quant aux populations de Planer de l'amont des grands bassins, où la fluviatile ne remonte pas du fait d'obstacles à la migration (barrages, écluses…), elles présentent une signature génétique très distincte : celle d'une espèce en formation ?



© Q. Rougemont - INRAE

Des cycles de vie très différents

Dans le genre Lampetra, il y a la grande sœur, la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*). Elle naît en rivière, au printemps, et vit sous forme de larve pendant 5 à 6 ans dans les « banquettes à ammocètes » (p. 33), avant l'émergence et la grande aventure : dévalaison, vie marine et parasitaire de poissons, croissance jusqu'à 30 cm, puis retour en eau douce, pour la reproduction et la mort. Une vraie migratrice, comme sa robuste cousine la lamproie marine.

Et puis il y a la petite sœur, la lamproie de Planer (*Lampetra planeri*), dont l'existence commence de la même façon et souvent aux mêmes endroits, mais qui, une fois sortie de la vase, ne survit que quelques mois : ne dépassant pas 20 cm, elle reste dans son secteur de rivière sans se nourrir, et meurt elle aussi après le frai.

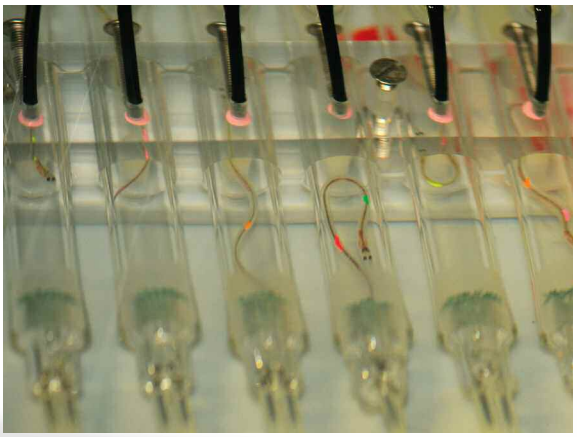
© E. Lasne - INRAE

La migration des civelles : on en sait un peu plus !

La remontée des civelles en estuaire obéit à un mystérieux déterminisme : une série d'expériences en aquarium apporte un éclairage nouveau, sous l'angle individuel.

Dans les estuaires, les civelles remontent à la faveur des marées et patientent dans le substrat quand la mer se retire, jusqu'à gagner enfin les eaux douces : c'est le cas d'école. «En réalité, la microchimie des otolithes (p. 36) a montré plusieurs schémas, explique Valérie Bolliet, professeure à l'université de Pau et des Pays de l'Adour : certains adultes, capturés en estuaire, n'ont jamais vécu en eau douce ; d'autres y ont séjourné avant de revenir à l'estuaire. » Pour étudier individuellement ces trajectoires, à Saint-Pée-sur-Nivelle, deux aquariums en forme d'anneau simulent l'alternance jour-nuit et le rythme des marées : l'eau y tourne dans un sens pendant environ 6h10', puis dans l'autre, etc. À l'intérieur du carrousel : des cohortes de 30 à 50 civelles identifiées par un code couleur.

Une question de métabolisme ?



© S. Glise - INRAE

Ce dispositif, filmé 24h/24, révèle des tendances stables dans le temps : « Certaines civelles ne quittent jamais le substrat tandis que d'autres montrent une propension à migrer, plus ou moins marquée dans une direction donnée », indique Valérie Bolliet. Les civelles en montaison vivant sur leurs réserves, ces différences pourraient dépendre de leur statut énergétique. « Or nous n'observons pas de relation entre le poids ou la longueur des individus et leur comportement… » La clé se trouve-t-elle alors dans des différences de métabolisme ? Pour le savoir, l'équipe mesure depuis 2018 leur consommation d'oxygène en chambre individuelle. En attendant, les civelles poursuivent leur étrange manège !

Le sexe des anguilles : d'abord une affaire d'environnement

L'anguille ne naît pas mâle ou femelle, elle le devient. Comment cela se décide-t-il ? Question difficile, mais certains travaux menés sur l'ORE DiaPFC permettent d'y voir un peu plus clair.

Des mâles « plutôt » à l'aval des bassins et dans le sud de l'Europe. Des femelles « plutôt » à l'amont et au nord. Sauf que dans le bassin de l'Oir, 80 % des anguilles sont des femelles… et que dans une rivière voisine, c'est l'inverse ! « Comme beaucoup de poissons, l'anguille ne possède pas de chromosomes sexuels, X ou Y, explique Agnès Bardonnet, chercheuse à INRAE. « L'orientation sexuelle vers mâle ou femelle se ferait au début de la vie continentale, soit après 1 à 3 ans de vie marine à l'état de larve ». Des travaux menés à l'ORE DiaPFC cherchent à préciser l'influence des facteurs environnementaux (température, densité de la population, niveau de stress, conditions nutritionnelles) dans ce mécanisme complexe.

L'enquête se poursuit en Méditerranée

L'une des actions a étudié de près, trois années durant, une cohorte de civelles landaises en conditions d'élevage. « Cette approche a notamment révélé une croissance différenciée, indique la chercheuse : les mâles semblent grandir plus vite au début, puis les courbes se croisent ». Plus largement, les différents travaux de l'ORE DiaPFC suggèrent une influence prépondérante de la qualité « perçue » du milieu sur les autres variables. Pour aller plus loin, l'équipe s'intéresse désormais aux populations de deux lagunes languedociennes : Leucate (95 % de mâles) et Mauguio (40 à 50 % de mâles). L'analyse de leurs gonades (histologie et ARN), couplée au suivi des variables individuelles et environnementales, apportera de nouveaux indices…