

Exemples d'utilisation des écailles en écologie

¹Frédéric Marchand, Julien Tremblay, Nicolas Jeannot, Didier Azam

Résumé : Nous étudions les écailles pour déterminer l'âge et la croissance des poissons et dans certains cas, pour discriminer les espèces, le sexe, le cycle biologique voire les différents stocks d'une même espèce. Les progrès réalisés en génétique ou sur l'utilisation des isotopes ont permis aux hydrobiologistes de créer des méthodologies nouvelles, utilisables à partir des écailles pour mieux comprendre le fonctionnement des populations et leurs évolutions. Nous présentons quelques utilisations possibles des écailles de poisson en écologie. Après avoir montré la préparation des écailles, nous décrivons les principales caractéristiques illustrées d'exemples d'interprétations. Enfin, nous montrons l'intérêt de conserver les échantillons d'écailles pour des analyses rétrospectives.

Mots clés : Poissons, écaille, âge, croissance, microchimie, génétique.

Introduction

A l'image des coupes d'arbre qui permettent d'étudier « les cernes de croissance », les écailles sont utilisées par les scientifiques pour connaître l'âge et la croissance des poissons (Jearld, 1983). Sous nos latitudes, on voit sur une écaille des anneaux ou stries de croissance qui permettent de déterminer l'âge en comptant les alternances de zone de faibles croissances en hiver et de plus fortes en été. Ces différences de croissance informent sur l'histoire de vie du poisson, comme le passage de la rivière vers la mer et, dans certains cas, sur l'origine géographique. On y observe aussi des marques liées à la reproduction : certaines espèces puisent dans leurs réserves minérales, notamment dans les écailles, ce qui se traduit par leur érosion ; la forme, la taille, la disposition et le nombre des écailles sont autant de critères servant à déterminer et à classer des espèces.

Les techniques récentes tant en génétique que sur les isotopes offrent de nouvelles possibilités intéressantes en écologie. Cela est vrai pour les prélèvements actuels mais aussi pour les collections anciennes maintenues dans les différents laboratoires. Celles-ci constituent aujourd'hui un matériel biologique de plus en plus recherché pour analyser rétrospectivement l'évolution de la variabilité génétique des populations ou la qualité de leur milieu de vie.

Au vu des différentes techniques d'analyses des écailles et des perspectives qu'elles offrent, nous livrons ici une synthèse des utilisations classiques et nouvelles de ce matériel biologique.

1. Matériels et méthodes

1.1 Prélèvement et préparation

Les écailles sont prélevées à l'aide d'un scalpel ou d'une pince brucelle sur une zone standard qui diffère selon les espèces (Ombredane et Baglinière, 1992). Un nombre minimum d'écailles est nécessaire, compris entre 5 et 20 selon la taille et l'espèce du poisson. Les écailles sont prélevées chez les individus dont la taille ne permet pas d'estimer directement et correctement l'âge. Le premier travail consiste à les trier sous



Figure 1 : écailles de saumon
à droite, écaille régénérée et
à gauche écaille d'origine

¹ INRA – Ecologie et Ecotoxicologie – 65, rue de St Briec - 35042 Rennes Cedex ☎ 02 23 48 57 86
Frederic.Marchand@rennes.inra.fr,

loupe binoculaire (grossissement compris entre 12 et 50 fois) pour garder les bonnes et éliminer les écailles régénérées qui remplacent celles que le poisson a perdu accidentellement (**figure 1**). Il est indispensable de les nettoyer pour éliminer les impuretés ou le mucus gênant la lecture. La technique la plus courante consiste à les placer dans une solution de soude à 5% puis à les rincer à l'eau distillée. On peut utiliser un pinceau pour enlever les saletés sur les grosses écailles ; des auteurs préconisent les ultrasons pour les petites écailles. Le nettoyage des écailles destinées à des analyses génétiques est déconseillé car il peut détruire des informations contenues dans le mucus ou dans la partie superficielle ; pour les mêmes raisons le séchage et la conservation des échantillons se fait dans de bonnes conditions pour effectuer par la suite ces analyses.

Le montage se fait soit entre 2 lames de verre soit entre lame et lamelle (en fonction de la taille de l'écaille) soit par impression sur film plastique avec une presse à bijoutier. La lecture est réalisée à l'aide d'un lecteur de microfiche ou d'un rétroprojecteur, tous deux équipés de grossissements adaptés à la taille des écailles à interpréter.

Leur numérisation permet de faire toutes sortes de mesures (longueur, largeur, comptage du nombre de circuli (cf. §1.2)). L'autre intérêt, tout comme l'impression sur film plastique est de conserver la possibilité d'une relecture et donc d'utiliser les écailles à des fins d'analyses génétiques ou isotopiques.

1.2 Description des écailles

Il existe différents types d'écailles, placoïdes, rhomboïdes ou élasmoïdes. Les écailles placoïdes que l'on retrouve par exemple chez le requin, ne grandissent pas mais leur nombre augmente au cours de la vie du poisson. Ce n'est pas le cas des écailles rhomboïdes (en forme de losange comme chez le dipneuste), ou élasmoïdes (lamelles fines et transparentes). Nous n'allons aborder par la suite que les écailles élasmoïdes qui concernent la majorité des poissons que nous étudions.

Le centre de l'écaille est appelé focus. On distingue

1- Les circuli, crêtes concentriques tournant autour du nucléus. Elles sont formées par la superposition de lamelles fibreuses (**figure 2**).

2- Les radii ou sillons transverses qui s'orientent depuis le focus vers le bord de l'écaille. Ils ne sont pas présents chez toutes les espèces.

Dans la plupart des cas, les écailles s'imbriquent comme les tuiles d'un toit, les unes sous les autres. Cela se traduit par deux zones distinctes : (1) la partie interne ou champ antérieur où tous les éléments de l'écaille sont bien visibles, est située sous l'écaille précédente et est reliée au derme du poisson et (2) la partie externe ou champ postérieur, où la majorité des circuli et autres marques sont moins visibles. Chez des espèces comme le bar, la perche ou les cichlidés, ce champ postérieur est orné de spinules ou ctenii (**figure 3**), ce qui donnent à ces poissons un aspect rugueux au toucher.



Figure 2 : *Ecaille*
vue en coupe (1), de dessus (2)

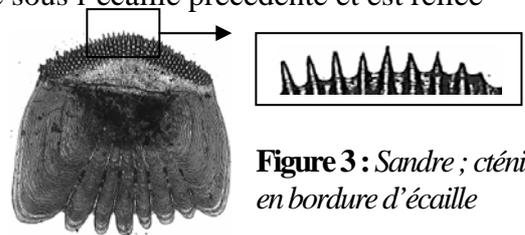


Figure 3 : *Sandre ; ctenii*
en bordure d'écaille

2. Applications à partir des observations directes sur l'écaille

2.1 L'âge et la croissance

La connaissance de l'âge individuel est essentielle dans les études de fonctionnement des populations. L'âge et la croissance sont des paramètres inclus dans les modèles de dynamique des stocks par exemple. L'analyse des fréquences de tailles permet dans certains cas de définir les classes d'âge (ou cohorte = ensemble des individus nés la même année). Cependant, il

existe souvent un chevauchement entre les plus grands individus d'une cohorte, et les plus petits de la cohorte suivante. On utilise alors les écailles pour estimer l'âge. Par ailleurs, la taille de l'écaille et celle du poisson grossissant proportionnellement, il est possible d'une part, d'effectuer des mesures de croissance rétrospectives pour toutes les années précédant la capture (**figure 4**); et d'autre part, de distinguer les différents milieux où le poisson a vécu. L'analyse des écailles du saumon (*Salmo salar*), permet de distinguer deux phases, l'une eau douce et l'autre marine.

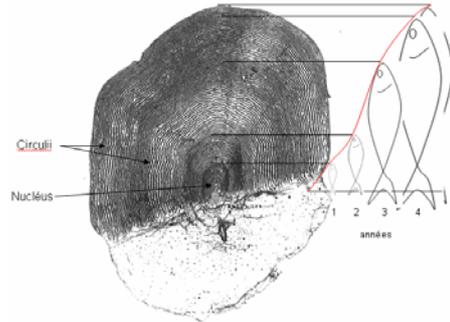


Figure 4 : Saumon ; relation taille de l'écaille et celle du poisson

La nomenclature du saumon est basée sur l'estimation du temps de séjour marin et non sur celle de son âge total. Ainsi un saumon de trois ans d'âge total peut avoir séjourné soit deux ans en rivière comme juvénile et 1 an en mer, soit un an en rivière et deux ans en mer.

Dans le premier cas, on parle alors d'un castillon ; ce type de poisson a une taille souvent comprise entre 600 et 700 mm et a une probabilité de 50% d'être un mâle. Dans le second cas, on parle d'un petit saumon de printemps dont la taille varie entre 700 et 800 mm et qui a une forte probabilité d'être une femelle.

2.2 La connaissance des reproductions multiples

L'analyse des écailles indique si le poisson se reproduit. L'identification des marques de reproduction donne une estimation de l'âge de première reproduction. Cela permet d'ajuster les mesures de gestion (tailles légales) afin qu'un individu se reproduise au moins une fois avant d'être capturé. Cette analyse indique également si le poisson s'est reproduit plusieurs fois au cours de son cycle de vie ; on parle alors de taux d'itéroparité.

2.3 La distinction des espèces

La forme et la taille des écailles (**figure 5**), leur nombre sont des critères utilisés pour différencier des espèces.

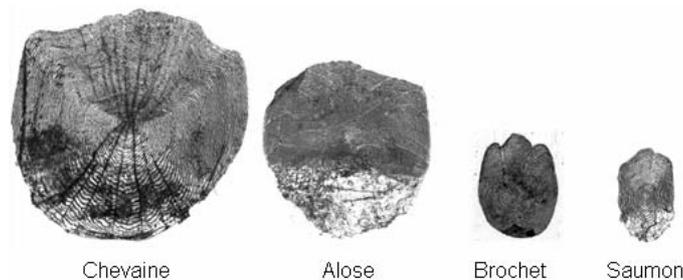


Figure 5 : Ecailles de 4 espèces de poisson de même taille, 18 cm.

Cette identification des espèces de poissons à partir des écailles est utilisée pour analyser le régime alimentaire des prédateurs (poissons carnassiers, oiseaux et mammifères) dans la mesure où la constitution minérale de l'écaille résiste assez bien au processus de digestion (présence d'écailles -entières ou non- dans les fèces ou l'estomac). Par ailleurs, le nombre d'écailles et leur organisation sur le corps du poisson permet également de distinguer les espèces. Ainsi, le plus grand nombre d'écailles présentes sur la ligne latérale permet de distinguer entre les deux genres *Salmo* et *Oncorhynchus* de la sous famille des Salmoninés. De même, une organisation régulière des écailles sur la ligne longitudinale distingue l'Alose feinte (*Alosa fallax*) de la grande Alose (*Alosa alosa*) chez laquelle l'organisation de l'écaille est irrégulière.

3. Application à partir d'analyses de la composition de l'écaille

3.1 Microchimie

Chez les poissons migrateurs, le rapport strontium sur calcium de l'écaille indique si le poisson a séjourné en mer, voire en estuaire, ou si il est resté en eau douce. Cette technique permet notamment chez la truite d'identifier la forme marine de la forme eau douce alors que la livrée de la robe ne permet plus de le faire notamment en période de reproduction. Aujourd'hui, les techniques d'analyse isotopique du carbone appliquées aux écailles sont employées pour identifier les milieux de croissance et faire la distinction entre individus résidants en eau douce et migrateurs marins. De même, les techniques d'analyse isotopique de l'azote appliquées aux écailles permettent d'identifier des statuts trophiques des individus et/ou de mettre en évidence l'apport en nutriments azotés d'origine exogène (agricole) dans les réseaux trophiques (Wainright *et al.* 1993).

3.2 Génétique

Grâce à l'amélioration des techniques en génétique (méthodes des PCR)² nous utilisons les écailles au lieu des muscles ou des nageoires et surtout nous pouvons réaliser des analyses rétrospectives sur des collections d'écailles. Leur utilisation permet aussi bien de distinguer des espèces (Baglinière *et al.* 2002) que des formes biologiques au sein d'une même espèce (truite de mer et truite de rivière : Charles *et al.* 2005).

Conclusion

Les écailles en tant que structures dures sont des enregistreurs biologiques de l'histoire de vie du poisson ; elles indiquent l'âge, la croissance et apportent des renseignements sur la vie du poisson. Les techniques développées et présentées ici valident certaines plus anciennes et ouvrent des perspectives en écologie. En effet, de nouveaux paramètres peuvent être mesurés et répondre à de nouvelles questions. Un autre élément intéressant est la somme de renseignements biologiques et environnementaux que recèlent les écailles lorsqu'elles sont utilisées dans le cadre d'analyses rétrospectives spatio-temporelles. Les progrès dans ces domaines devraient ouvrir de nouvelles perspectives d'où l'intérêt pour les hydrobiologistes d'assurer une veille technologique dans ce sens et de conserver leurs échantillons.

Bibliographie

- Baglinière JL, Tabet Aoul K, Menella JY (2002) Occurrence of an adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the River Rhône (Mediterranean basin, France). *J. Fish. Biol.*, 60, 249-255.
- Charles K, Guyomard R, Hoyheim B, Ombredane D, Baglinière JL (2005) Lack of genetic differentiation between anadromous and non-anadromous sympatric trout in a Normandy population. *Aquatic Living Resources*, 18, 65-69.
- Jearld A (1983) In: Nielsen L (Ed.), Age determination. Fisheries Techniques, Blacksburg, pp. 301-324.
- Ombredane D, Baglinière JL (1992) Les écailles et leurs utilisations en écologie halieutique. In "Tissus durs et âge individuel des vertébrés". Baglinière JL, Castanet J, Conand F, Meunier F (Eds), ORSTOM-INRA, Paris, pp 151-192.
- Wainright SC, Fogarty MJ, Greenfield RC, Fry B (1993) Long-term changes in the Georges Bank food web: trends in stable isotopic compositions of fish scales. *Marine Biology* 115, 481-493.

² PCR : Polymerase Chain Reaction (ou ACP : Amplification en Chaîne par Polymérase), technique de répllication ciblée in vitro.