

SITUATION ACTUELLE DES METHODES D'EVALUATION DE L'AGE DE L'ANGUILLE, *ANGUILLA ANGUILLA*

Raymonde LECOMTE-FINIGER¹

RESUME

Ce travail présente l'état actuel des connaissances sur l'évaluation de l'âge des anguilles. L'application des méthodes classiques de scalimétrie et d'otolithométrie révèle l'existence de difficultés d'interprétation des structures. Des méthodes plus discriminantes (MEB, analyse chimique) sont susceptibles de fournir des informations permettant d'apprécier les dépôts journaliers et de mieux cerner le passé biologique inscrit avec précision dans l'otolithe de l'anguille.

ACTUAL STATE OF KNOWLEDGE ON EEL AGE DETERMINATION

ABSTRACT

This work presents a review of the actual state of knowledge on eel age determination. Difficulties appeared using classical methods namely scalimetry and otolithometry. Discriminant methods (SEM, chemical microanalyse) could be able to give informations about daily deposit and biological data written down into the eel sagitta.

INTRODUCTION

L'âge des Téléostéens est, d'une façon générale appréhendé par trois types de méthodes classiques : la scalimétrie, l'otolithométrie et l'ostéochronologie.

L'ostéochronologie, faisant appel aux vertébrés rayons des nageoires ou opercules, est peu utilisée chez l'Anguille (Vollestad *et al.*, 1988).

Chez l'Anguille, les écailles sont absentes durant la vie larvaire, aux stades leptocephale et civelle. Elles n'apparaissent qu'à partir d'une taille voisine de 15 cm et leur développement est asynchrone.

¹Laboratoire de Biologie Marine, Université de Perpignan, 52, Avenue de Villeneuve
66860 PERPIGNAN Cedex

L'écaille de l'anguille constitue donc plutôt une curiosité zoologique qu'une structure de détermination de l'âge telle qu'elle s'applique à de nombreux Téléostéens. Les études scalimétriques, après un certain nombre de travaux, ont été abandonnées au profit d'études otolithométriques, plus significatives et plus performantes ainsi que l'ont montré Ehrenbaum et Marukawa (1913).

Une méthode (Caillou, 1990) plus originale, est basée sur le dosage des lipofuscines accumulées dans les tissus de l'anguille. Ces lipofuscines sont des produits secondaires de nature chimique complexe résultant du mélange de substances issues d'une peroxydation des lipides cellulaires. Ces lipopigments jaunâtres à brunâtres sont présents dans le foie, l'encéphale et le coeur des poissons, dispersés sous forme de granules cytoplasmiques ou bien concentrés dans des centres mélanomacrophages. On observe une accumulation progressive de lipofuscine au cours du temps, en fonction de la croissance. Toutefois, cette méthode qui utilise la spectrofluorimétrie est longue et difficile à mettre en oeuvre et de plus, la nature des différents pigments demeure à préciser. Elle présente cependant un certain intérêt en ce qui concerne les individus chez lesquels l'âge ne peut être estimé par lecture de pièces calcifiées. Dénommés souvent "age pigment", ces lipofuscines semblent aussi pouvoir constituer un marqueur physiologique de l'âge des organismes, tel que le krill (*Euphausia superba* : Ettershank, 1984).

Considérons successivement les otolithes et l'otolithométrie.

LES OTOLITHES

Les otolithes se présentent sous la forme classique de 3 paires de concrétions calcaires : la sagitta, le lapillus et l'asteriscus. La sagitta, la plus grande des trois, est désignée ici sous le terme général d'otolithe.

MORPHOGENESE DE LA SAGITTA

La sagitta évolue morphologiquement et en taille au cours de la croissance, du leptocéphale à l'anguille. Chez le leptocéphale, puis chez la civelle transparente, elle est circulaire et de petite taille (300 µm). Chez la civelle pigmentée, un rostre antérieur apparaît et un sillon se creuse. Chez l'anguillette, puis chez l'anguille, l'otolithe acquiert une forme ovale et comprimée latéralement. Sa taille demeure toutefois réduite (3 à 5 mm).

STRUCTURE

L'otolithe d'anguille a une structure classique d'otolithe de Téléostéen ; il est constitué de cristaux d'aragonite au sein d'une trame protéique.

Sa croissance se fait par adjonction périodique de couches cristallines, en direction centrifuge et aussi par allongement ventral, en direction antéro-postérieure ; celui-ci est dû principalement à une croissance rapide des cristaux, plus allongés dans les secteurs antérieurs et postérieurs. Observé en lumière réfléchie sur fond noir, l'otolithe d'anguille présente des zones alternativement sombres et claires entourant un centre caractéristique appelé "nucleus", qui est limité par 2 bandes hyalines étroites. Ce "nucleus" constitue une structure originale chez les Anguillidés, déposée pendant leur phase de vie marine (figure 1A).

OTOLITHOMETRIE

CYCLE ANNUEL

De nombreuses techniques de préparation des otolithes, à partir des données structurales, en vue de l'évaluation de l'âge ont été décrites par Vollestad *et al.* (1988). L'interprétation de cette zonation varie selon la méthode de préparation utilisée et les auteurs comptent soit :

- le nombre de zones hyalines ;
- le nombre de stries colorées au bleu de Toluidine ;
- le nombre de stries noircies après brûlage et clivage ;
- le nombre de pics correspondant à des variations de densité optique.

La distinction entre stries d'arrêt de croissance et stries surnuméraires est difficile. Aussi, toute comparaison de résultats demeure-t-elle délicate. Par contre, des méthodes d'analyse plus fines, faisant appel à la microscopie à balayage, et appliquées à un échantillon annuel, ont permis de distinguer strie saisonnière et strie accidentelle ("check") (figure 1D).

CYCLE JOURNALIER

L'examen en M.E.B. de sections d'otolithe (figure 1A) passant par leur centre permet de visualiser des stries de croissance concentriques correspondant non seulement aux cycles saisonniers de minéralisation mais aussi, à des rythmes journaliers.

La mise en évidence de stries fines de croissance d'une épaisseur de 0,5 à 1 μm , considérées comme des stries journalières inscrites dans l'otolithe de la civelle transparente, permet d'appréhender les étapes du développement larvaire (leptocéphale + civelle), correspondant à la phase de vie marine. Ainsi, on rencontre, du centre vers la périphérie :

- un noyau central d'un diamètre constant de 15 μm , limité sur son pourtour, par une strie profonde qui constitue le point de départ des stries journalières de croissance, en direction centrifuge. Cette strie correspondrait à la première prise de nourriture de la larve leptocéphale (figure 1A, B).
- une zone de croissance du leptocéphale, marquée par des dépôts journaliers.
- une zone de métamorphose (leptocéphale \rightarrow civelle) (figure 1C).
- une double strie, située à environ 160 μm du centre, marque la fin de la vie marine et l'entrée dans la zone continentale estuarienne ou lagunaire.

Le dénombrement de l'ensemble de ces stries (Lecomte-Finiger et Yahyaoui, 1989) conduit à estimer la durée de la vie marine larvaire à 8 et 11 mois. La durée de la migration transatlantique serait donc nettement inférieure aux estimations de Schmidt (1922) qui l'estime à 2 ou 3 ans.

RELATION ENTRE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET LA ZONATION

La microanalyse chimique (par microanalyseur chimique - Tracor Northern, couplé à un MEB - Hitachi S520) a permis de montrer que l'otolithe est composé essentiellement de calcium associé à des éléments mineurs tel que le fer.

La diffractométrie par rayons-X révèle la structure cristalline de ce calcium qui se trouve sous forme de cristaux d'aragonite.

La répartition du calcium à la surface de l'otolithe, a été analysée point par point, par balayage microdensitométrique, le long d'une droite coupant l'otolithe par le centre du "nucleus". La quantité de calcium est plus faible dans le "nucleus" (phase de vie marine) que dans la zone périphérique (phase de vie continentale). De plus, la relation entre la quantité de calcium et la microstructure révèle que la zone hyaline est plus minéralisée que la zone opaque et que chaque période d'arrêt de croissance hivernal se traduit par une réduction de la minéralisation calcique.

CONCLUSION

L'évaluation de l'âge de l'anguille a fait l'objet de nombreuses études (Vollestad *et al.*, 1988). L'otolithe de l'anguille, demeure la seule pièce calcifiée fiable, utilisable pour la connaissance de l'âge. Rappelons qu'il est généralement admis de calculer l'âge de l'anguille à partir de la première zone formée en eau douce au cours du premier hiver de post-recrutement. Il importe de souligner que l'âge en mer n'est pas pris en compte dans l'évaluation de l'âge. L'âge réel est donc sous évalué de 2 à 3 années (Schmidt, 1922) ou de 7 à 11 mois (Lecomte et Yahyaoui, 1989).

Outre cet intérêt classique d'estimation de l'âge, l'otolithe présente l'avantage de permettre également d'accéder à son "passé biologique".

Figure 1. Microstructure de l'otolithe →

A : Surface poncée d'otolithe d'Anguille montrant le "nucleus" mis en place pendant la phase de vie larvaire marine (n : noyau ; m : métamorphose ; T : zone de transition entre la phase marine et la phase de vie continentale)

Echelle : 50 μ m.

B : Noyau central de l'otolithe délimité par 2 stries :

n : noyau

1 : marque d'éclosion

2 : première prise de nourriture

Au delà en direction centrifuge, des stries journalières sont observables.

Echelle : 5 μ m.

C : Zone de stries larges correspondant à la métamorphose.

Echelle : 5 μ m.

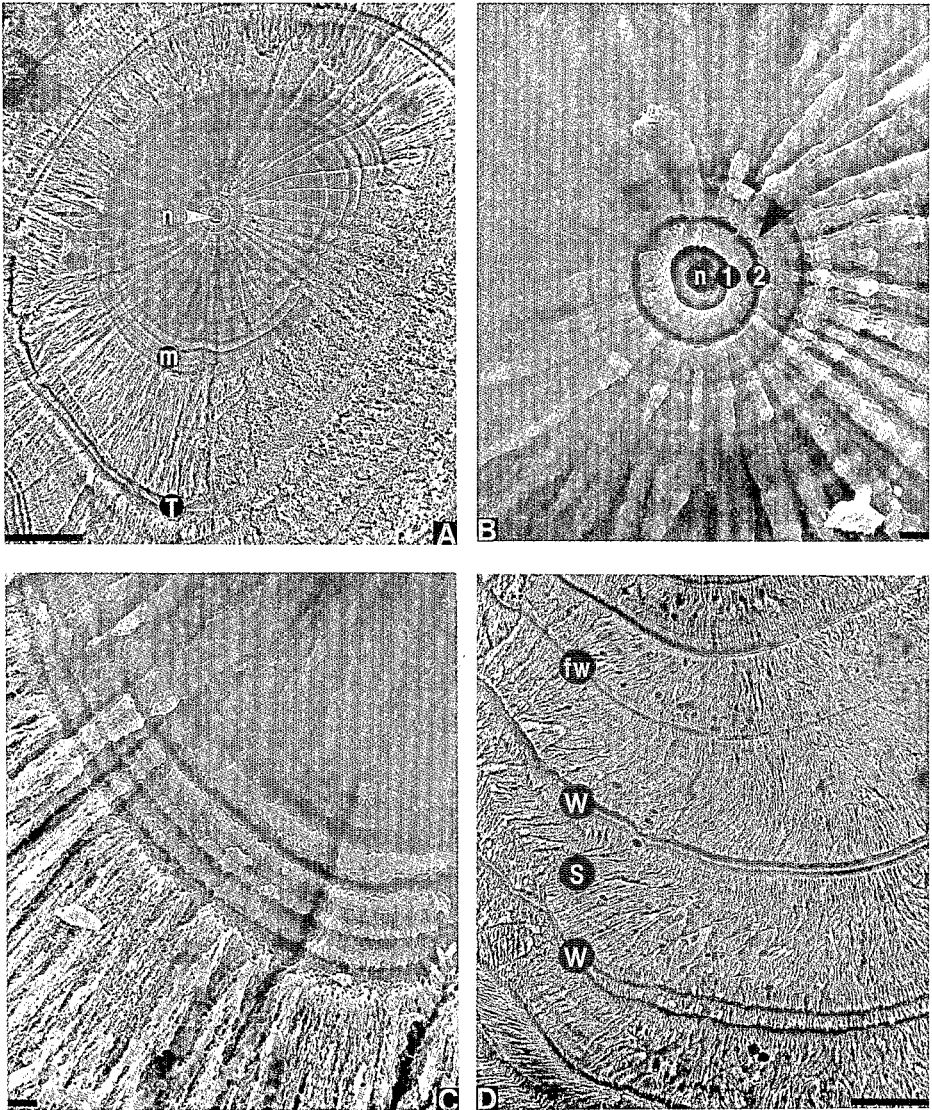
D : Zone de croissance continentale

fw. : strie surnuméraire (false-winter ring)

w : strie d'arrêt de croissance (Winter ring)

S : anneau de croissance (Summer zone)

Echelle : 50 μ m.



REFERENCES

- CAILLOU A, 1990. Essai d'utilisation des lipofuscines comme indicateur de l'âge (et/ou du stress) chez l'anguille européenne. Comparaison de dosages fluorimétriques des lipopigments et d'une approche otolithométrique. DEA Océanographie Biologique. Univ. P. et M. Curie : 30 p.
- EHRENBAUM E, MARUKAWA H., 1913. Über Altersbestimmung und Wachstum beim Aal. Z. Fisch, 14 : 89-127.

- ETTERSHANK G., 1984. A new approach to the assessment of longevity in the antarctic krill *Europhausia superba*. J. Crustacean Biol., 4 : 295-305.
- LECOMTE-FINIGER R., YAHYAOUÏ A. , 1989. La microstructure de l'otolithe au service de la connaissance du développement larvaire de l'anguille européenne. C.R. Acad. Sci. Paris, 308 : 1-7.
- SCHMIDT J., 1922. The breeding place of the eel. Phil. Trans. R. Soc., 211 : 179-208.
- TSUKAMOTO K., UMEZAWA A., 1986. Otolith tagging of leptocephali with fluorescent substance, alizarin complexon. Preliminary Report of the Hakuto Maru : 3 p.
- VOLLESTAD L.A., LECOMTE-FINIGER R., STEINMETZ B., 1988. Age determination of *Anguilla anguilla* and related species. EIFAC Occas. Pap., 21 : 1-28.