



SUIVI 2023 DES CAPTURES D'ANGUILLES POUR LA DCF : ANALYSE DES OTOLITHES



Rapport de synthèse et base de données des lectures d'âge 2023

Livable 2023

Les auteurs

Kélig MAHE

Cadre de recherche, Responsable de l'Unité Halieutique Manche-Mer du Nord

Email : kelig.mahe@ifremer.fr

Adresse : Centre Manche-mer du Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne-sur-Mer, France

Antoine DUSSUEL

Technicien au pôle national de Sclérochronologie

Email : Antoine.Dussuel@ifremer.fr

Adresse : Centre Manche-mer du Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne-sur-Mer, France

Guirec ANDRE

Chargée de mission anguille DCF - DCF, Office Français de la Biodiversité

Email : guirec.andre@ofb.gouv.fr

Adresse : Office français de la biodiversité, Bat. 19, 65 rue de Saint Briec, 35000 Rennes

SOMMAIRE

I. Résumé	5
II. Synthèse pour l'action opérationnelle	6
III. Introduction	7
IV. Echantillonnage	8
V. Traitement des échantillons	10
V.1 Préparation.....	10
V.2 L'acquisition, l'interprétation et l'archivage.....	13
VI. Résultats	16
VI.1 Relation taille/poids.....	16
VI.2 Relation taille/âge	18
VII. Annexe 1 : Images de références.....	20
VIII. Bibliographie	25

I. Résumé

Ce rapport synthétise l'analyse des otolithes d'anguilles prélevés en 2023 dans le cadre du suivi des captures de cette espèce inscrite à la DCF (Data Collection Framework règlement CE n°199/2008 du conseil du 25 février 2008). 600 anguilles ont été prélevées du 15 Mai au 23 Novembre 2023 dans la Loire (304), l'Adour (98 individus) et la Garonne (198). La relation entre la longueur totale (Lt, mm) et le poids total (W, g) des anguilles prélevées en 2023 dans toute la France est du type $W = 9.10^{-7}Lt^{3,101}$. Ainsi, les anguilles présentent une allométrie majorante ($b=3,101$) c'est-à-dire que le poids croît plus vite que la longueur. L'institut IFREMER à travers le pôle national de Sclérochronologie à Boulogne-sur-Mer a préparé et interprété les otolithes, pièces calcifiées de l'oreille interne du poisson, permettant d'estimer leur âge. Pour chaque otolithe, un polissage mince sur le plan sagittal a été réalisé afin de permettre l'estimation de l'âge de chaque individu à l'aide du logiciel libre Icy. Tous les otolithes et ainsi que les données associées (taille, poids, date de capture, lieu...) sont stockés et gérés actuellement dans la base nationale d'archivage et de gestion des pièces calcifiées développée par l'IFREMER.

Mots clés : Anguille, Otolithe, Age, Garonne, Loire, Adour.

II. Synthèse pour l'action opérationnelle

Ce rapport synthétise l'analyse des otolithes des 600 anguilles qui ont été prélevées du 15 Mai au 23 Novembre 2023 dans la Loire (304), l'Adour (98 individus) et la Garonne (198).

Lors du prélèvement, quelques règles sont à respecter pour optimiser l'utilisation des données :

Prélever la paire de *sagittae* (paires d'otolithes les plus grands et non cassés),

Noter de façon précise la date de prélèvement (JJ/MM/AA),

Noter de façon précise le lieu de capture et fournir les cartes avec les lieux référencés à l'IFREMER,

Identifier le sexe du poisson,

Mesurer le poids total, la longueur totale et si possible le diamètre de l'œil,

Placer l'ensemble des données dans un fichier standardisé fourni par l'IFREMER.

Suivi des échantillons par l'OFB : il est important de suivre la provenance des différents échantillons de façon à ne pas avoir 2 échantillons très différents comme cela a été le cas depuis 2011 avec des grands individus capturés dans la Loire et de petits individus capturés dans la Garonne et la Dordogne sauf si cela représente les captures dans ces milieux.

Traitement des échantillons par le pôle de Sclérochronologie de l'IFREMER¹, une rencontre avec l'INRAE² a permis d'échanger sur les techniques employées par les 2 instituts et de réaliser une calibration des estimations d'âge. Cependant, il serait important de pouvoir continuer à échanger entre ces 2 instituts qui analysent des otolithes d'anguilles.

La technique utilisée au pôle de Sclérochronologie de l'IFREMER de Boulogne-sur-Mer correspond à l'obtention d'une lame mince polie sur le ou les plan(s) sagittal(aux). Celles-ci seront ensuite interprétées à l'aide du logiciel libre Icy développé entre l'institut Pasteur et l'Ifremer.

Les livrables 2023 à fournir par l'IFREMER sont "Base de données les lectures d'âge à jour" et "Rapport de synthèse" sont intégrés dans ce rapport.

Contact IFREMER : Kélig MAHE

Cadre de recherche, responsable du pôle national de Sclérochronologie

Email : kelig.mahe@ifremer.fr

Adresse : Centre Manche-mer du Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques, 150 quai Gambetta, BP 699, 62 321 Boulogne sur mer, France

¹<http://www.ifremer.fr/manchemerdunord/Unite-Halieutique/Halieutique-Boulogne-sur-Mer/Axes-de-recherche/Pole-de-sclerochronologie>

² IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

III. Introduction

L'OFB est directement impliqué dans le suivi des espèces continentales inscrites à la DCF (Data Collection Framework règlement CE n°199/2008 du conseil du 25 février 2008). Dans son plan d'action et pour répondre à ce règlement, la France s'est engagée à rapporter les informations nécessaires à la connaissance et à la gestion de ces espèces exploitées. Ces informations sont recueillies chaque année auprès des professionnels concernés par les organismes gestionnaires. A ce titre, des otolithes d'anguilles ont été récoltés en 2023 par l'OFB et envoyés au pôle national de Sclérochronologie du centre IFREMER de Boulogne-sur-Mer.



Ce dernier, directement impliqué dans ce programme européen est spécialisé dans le traitement des pièces calcifiées afin d'obtenir l'âge des poissons ; chaque année plus de 35000 pièces calcifiées (écailles, otolithes...) y sont traitées. Ce rapport de synthèse présente l'échantillonnage et le traitement des otolithes d'anguilles prélevés en 2023.

IV. Echantillonnage

Il y a eu 378 anguilles communes (*Anguilla anguilla*) prélevées en 2022 de juin à décembre réparties comme indiqué dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Effectifs d'anguilles prélevées de 2011 à 2022 selon leur lieu d'échantillonnage (n=378).

Année	Adour	Dordogne	Garonne	Loire	Total
2011		40	40	28	108
2013		60	10	170	240
2014		118	204	102	424
2015	104	51	75	51	281
2016	102	56	103	90	351
2018		112	237	251	600
2020	101	100	149	200	550
2021	100	49	126	303	578
2022	100		172	86	358
2023	98		198	304	600
Total	605	586	1314	1585	4090

On peut regrouper les données par bassins hydrographiques³ (Figure 1) :

Loire (Loire fluviale et Erdre) et côtiers vendéens : 304 individus

Adour et côtiers landais : 98 individus

Garonne, Dordogne et Charente : 198 individus



Figure 1 : Carte des lieux de prélèvements d'anguilles communes (*Anguilla anguilla*) prélevées en 2023.

³ Un bassin hydrographique correspond, selon la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), à toute zone dans laquelle toutes les eaux de ruissellement convergent à travers un réseau de ruisseaux, rivières, lacs et fleuves vers la mer, dans laquelle elles se déversent par une seule embouchure, estuaire ou delta.

Parmi, les 600 poissons prélevés, le plus petit individu présentait une longueur totale de 17.5 cm et le poids total minimum constaté était de 20 g. A l'inverse, le plus grand individu mesurait 86 cm pour un poids de 1384 g. La composition en taille des échantillons montre clairement une différence entre les 2 bassins hydrographiques, avec des individus de plus petite taille dans le bassin Adour-Garonne et inversement des individus de plus grande taille dans le bassin Loire-Bretagne (Figure 2).

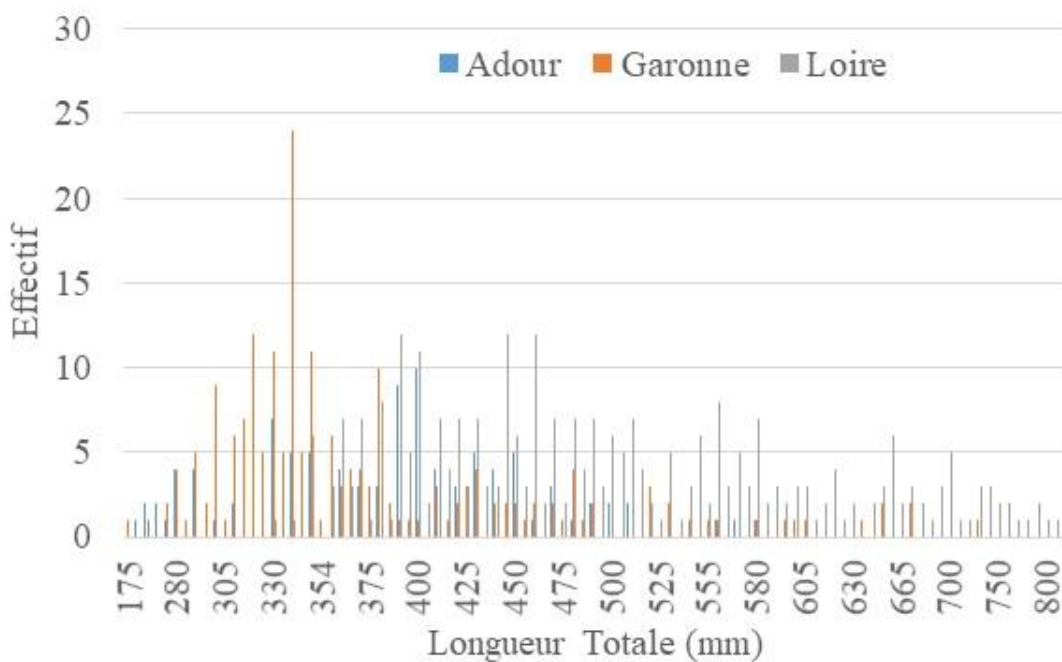


Figure 2 : Histogramme en taille (mm) des anguilles communes prélevées en 2023 par bassin.

V. Traitement des échantillons

V.1 Préparation

Un atelier de travail sur les techniques de préparations et d'interprétations des otolithes d'anguilles a été réalisé en 2011 à Bordeaux sous l'égide du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM; ICES, 2011). L'IRSTEA⁴ de Bordeaux a dirigé ce groupe de travail. Ainsi, le 25 et 26 septembre 2012, le personnel IFREMER s'est déplacé à Bordeaux pour calibrer les techniques de préparations et d'interprétations des otolithes d'anguilles entre l'IRSTEA et l'IFREMER. La cristallisation tend à rendre les otolithes d'anguilles plutôt opaques, de ce fait cela ne permet pas une interprétation *in toto* (Figure 3).

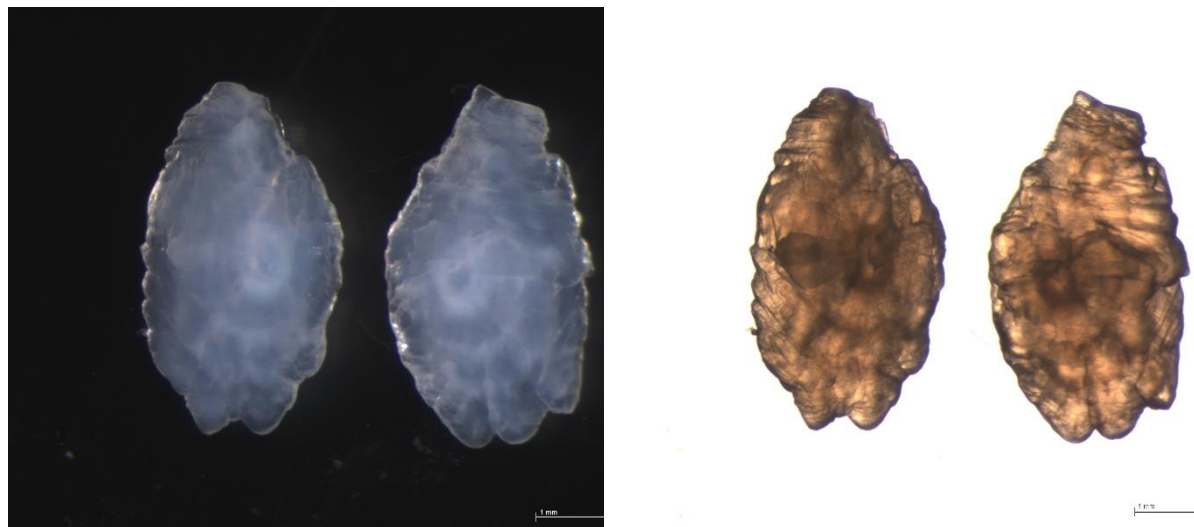


Figure 3 : Otolithes droit et gauche d'une anguille commune observés en lumières réfléchie à gauche et transmise à droite.

La technique utilisée au pôle de Sclérochronologie de l'IFREMER de Boulogne sur mer est l'obtention d'une lame mince polie sur le ou les plan(s) sagittal(aux). Celle-ci est ensuite interprétée à l'aide des outils Ifremer utilisés dans le cadre des paramètres biologiques (Figure 4).

⁴ IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture.

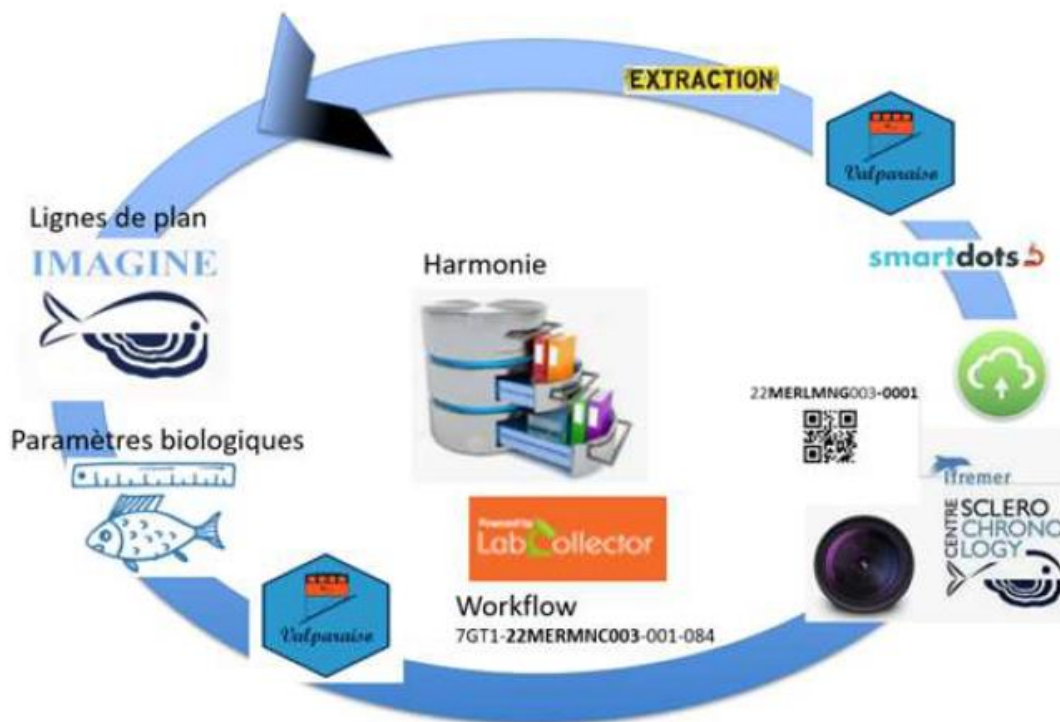


Figure 4 : Illustration des outils utilisés dans le processus de la donnée Obsbio mis en place en 2022.

Ce mode de préparation nécessite plusieurs étapes:

- l'encollage de l'otolithe, à l'aide d'une colle thermosensible (Cristalbond), sur une lame en verre de géologie (30x45) (Figure 5),



Figure 5 : Encollage des otolithes d'anguilles communes à 210°C sur une lame de verre type lame de géologie.

- le polissage du plan sagittal concave à la main ou à l'aide d'une polisseuse automatique Mecatech 234 de la société Presi avec du papier à polir allant d'une granulométrie de 15 µm à 10 µm (Figure 6),



Figure 6 : Polisseuse automatique utilisée au pôle Sclérochronologie.

Si nécessaire retourner l'otolithe pour pouvoir polir la seconde face sagittale de la partie convexe et ainsi optimiser ainsi les qualités visuelles des structures calciques pour l'acquisition et l'interprétation.

V.2 L'acquisition, l'interprétation et l'archivage

L'acquisition d'images calibrée et l'estimation de l'âge est réalisée à l'aide du logiciel Icy développé entre l'institut Pasteur et l'Ifremer.

Une image calibrée est acquise grâce à une binoculaire SZX16 (Olympus) avec un objectif de type Planapo de grossissement 1x, un zoom mécanique de 2.5 qui est relié à une caméra numérique Sony XCD piloté par le logiciel Smartdots pour chaque otolithes (Figure 7).



Figure 7 : Plate-forme type d'imagerie numérique au pôle national de Sclérochronologie.

Les images sont incrémentées en base de données avec un nom unique ainsi que les annotations et mesures de l'expert. L'interprétation consiste pour l'expert à identifier les structures de croissances saisonnières et ainsi estimer l'âge en années de l'échantillon en se référant à des règles communes pour l'hémisphère nord.

Le processus d'estimation de l'âge nécessite dans un premier temps de définir l'axe de lecture (*nucleus*-bord) pour obtenir une reproductibilité des mesures automatiques du logiciel et ainsi pouvoir les comparer. Il faut pour cela bien identifier les structures saisonnières le long de l'axe. Ces accroissements saisonniers sont dans la majorité des cas une alternance de bandes translucides et opaques incrémentées en fonction des périodes de croissance plus ou moins rapide dans l'otolithes. Il a été démontré dans de nombreuses études que les poissons de l'hémisphère nord incrémentent un anneau translucide en hiver et un anneau opaque en été ; l'anguille ne fait pas exception à la règle. Dans un souci de reproductibilité des données, le monde scientifique s'est accordé pour fixer la date anniversaire commune pour l'ensemble des espèces de l'hémisphère nord au premier janvier (Figure 8).

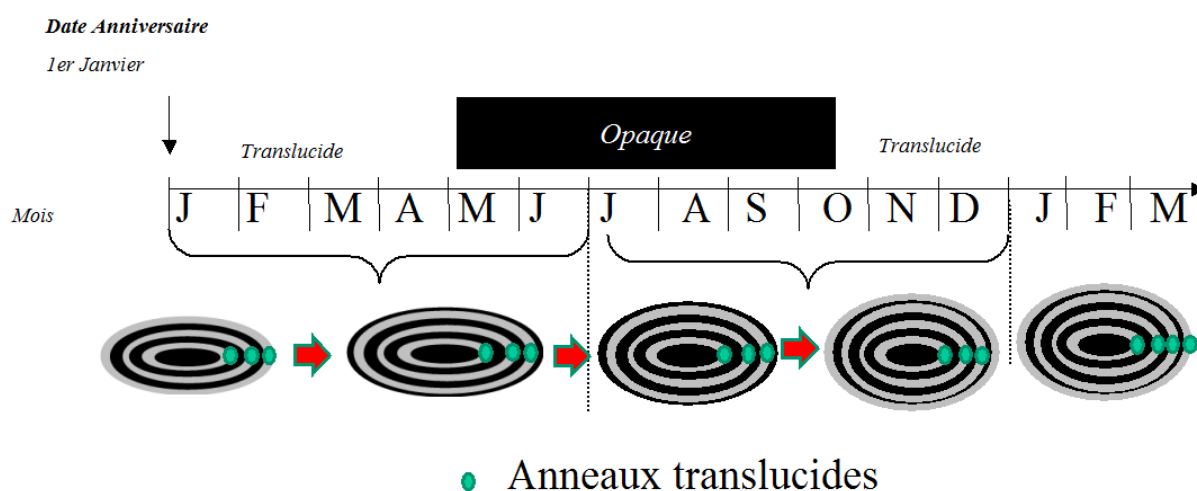


Figure 8 : Schéma commun d'estimation d'âge dans l'hémisphère nord (modifié et repris de WKARHOM2, 2015).

L'ensemble de ces règles ont été également appliquées pour les otolithes d'anguilles comme pour les 35000 otolithes traités annuellement au pôle de Sclérochronologie de Boulogne-sur-Mer (Mahé *et al.*, 2009).

Une inter-calibration a également été réalisée entre le personnel de l'IRSTEA (maintenant OFB) et l'IFREMER pour l'estimation de l'âge. Cette dernière n'a pas montré de différences significatives d'interprétation entre les experts (exemple d'interprétation des otolithes ANNEXE conformément au groupe de travail de l'ICES WKAREA2).

Pour optimiser l'interprétation des otolithes, il est nécessaire et recommandé par le groupe de travail international (ICES, 2011), d'avoir la date de capture, mais aussi le lieu précis de capture étant donné la forte variabilité de croissance de l'anguille d'un lieu à un autre.

De même, étant donné, le dimorphisme sexuel de cette espèce, il est important de connaître le sexe de l'individu analysé et le niveau d'argenture⁵.

⁵ Le niveau d'argenture peut être obtenu à partir des abaques entre la taille du poisson et le diamètre de l'œil (Durif *et al.*, 2005).

Une fois les otolithes interprétés deux stockages sont effectués :

- Un stockage physique des otolithes préparés et entiers
- Un stockage informatique des images et des données associées

Chaque paire d'otolithes est associée à des données biologiques (la taille, le poids, le sexe...) et des données de captures (le lieu, la date...) fournies par les préleveurs. Les experts du pôle de Sclérochronologie vont y ajouter une référence image, l'âge estimé ainsi que la méthode de préparation. Ceci permettra le cas échéant de retrouver le nom de l'expert, les annotations associées et mesures inter-anneaux. Toutes ces données sont gérées actuellement dans la base nationale Ifremer appelée Harmonie. Les lames ainsi que les seconds otolithes d'anguilles non préparés sont stockés dans des boîtes de rangement de 100 lames dans une salle d'archivage dédiée à la Sclérochronologie pour une durée indéterminée.

VI. Résultats

VI.1 Relation taille/poids

La différence de distribution en taille et en poids des échantillons est toujours observée en 2023 entre les 3 rivières. On observe des poissons de tailles et de poids supérieurs en Loire (Tableau 2).

Tableau 2 : Moyenne +/- écart -type de la longueur totale (Lt en mm) et du poids total (W en grammes) de chaque échantillon d'anguilles prélevées en 2023 selon la zone géographique.

Rivière	Lt (mm)		W (g)	
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Adour	385.7	72.9	109.6	62.8
Garonne	375.5	87.5	97.7	91.2
Loire	505.6	113.2	264.5	228.8

Durant toute la vie du poisson, il existe une forte corrélation entre la taille et le poids. La relation entre la longueur totale (Lt) et le poids total (W) s'exprime par l'équation suivante (Ricker, 1968) :

$$W = a \cdot Lt^b$$

{ W : poids frais du poisson
Lt : longueur totale
a : constante
b : coefficient d'allométrie⁶

Le coefficient d'allométrie (b) exprime la forme du corps du poisson. Il peut varier entre 2 et 4. Si b=3, la croissance est dite isométrique (Ricker, 1968), ce qui implique d'après Folkvord & Mosegaard (2002) que le taux de croissance est identique entre les différentes parties du corps. Par contre, si b est différent de 3, la croissance est alors allométrique (minorante si b<3 et majorante si b>3), ce qui indique qu'il existe des différences entre la croissance en poids et en longueur.

⁶ Allométrie : croissance d'un individu, d'un organe, par rapport à la croissance totale et de type non proportionnel.

La relation globale entre la longueur totale (Lt, mm) et le poids total (W, g) des anguilles prélevées en 2023, bassins hydrographiques et sexes confondus est du type $W = 9.10^{-7}Lt^{3.101}$. Ainsi, les anguilles présentent une allométrie majorante ($b=3,1007$) c'est-à-dire que le poids croit plus vite que la longueur.

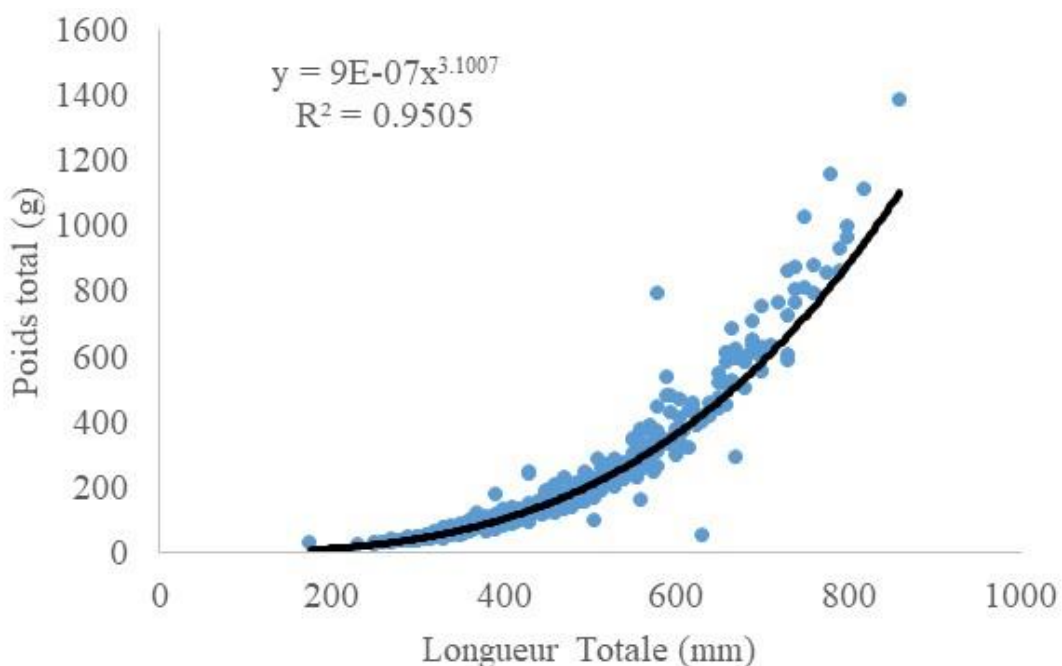


Figure 9 : Relation taille(TL)/poids(W) des anguilles communes prélevées en 2023 avec l'équation entre la longueur totale et le poids total.

Lorsque l'on compare les coefficients d'allométrie des deux bassins, on observe que le coefficient b de Loire-Bretagne ($b=3.209$) est plus important que celui du bassin de la Dordogne-Garonne ($b=3.087$) ce qui traduit des poissons à une taille donnée, plus lourds dans le bassin Loire-Bretagne que dans celui du bassin de l'Adour-Garonne (Figure 10).

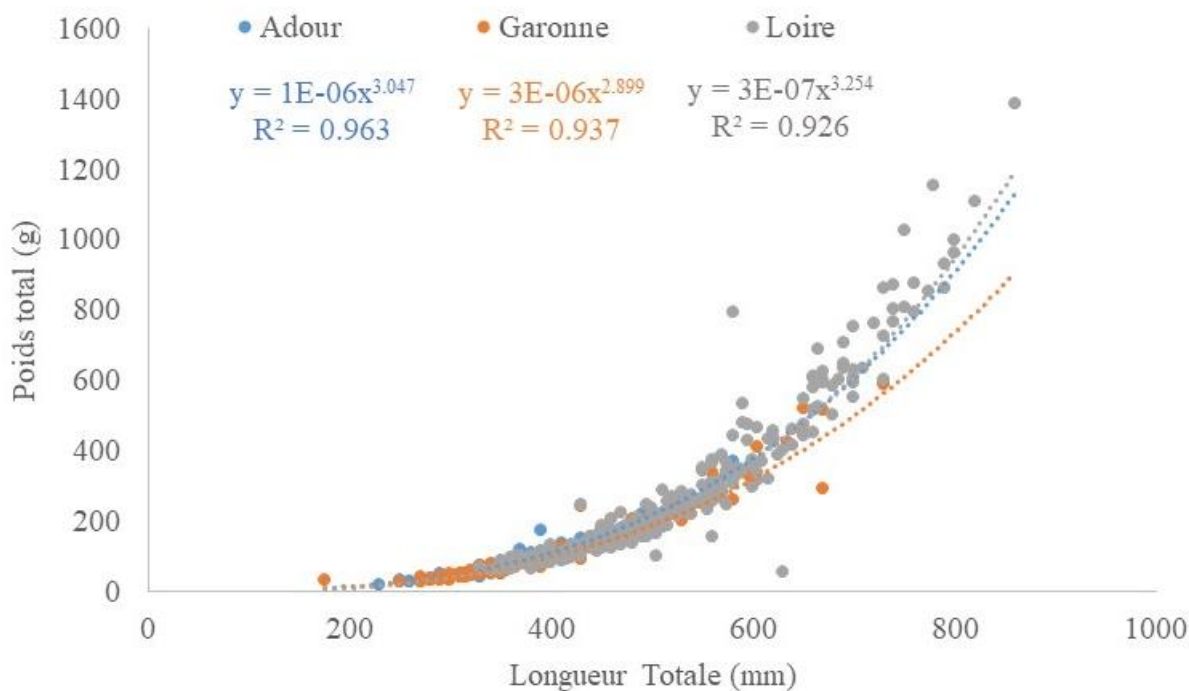


Figure 10 : Relation taille(Lt)/poids(W) des anguilles communes prélevées en 2023 avec les équations entre la longueur totale et le poids total pour chaque rivière de prélèvement.

VI.2 Relation taille/âge

Les données d'âge en fonction des tailles montrent que les anguilles pêchées dans les 3 rivières montrent des gammes d'âge relativement comparable mais pour des tailles différentes ce qui pourrait montrer des différences de croissance entre les rivières (Figure 11).

Ces relations taille/âge corroborent d'autres études qui ont conclu à une forte différence de la croissance des anguilles en fonction de la zone géographique (Panfili *et al.*, 1993 ; Meunier, 1994 ; Thomassen *et al.* 2000 ; Daverat *et al.*, 2012 ; Fabrizio *et al.*, 2013).

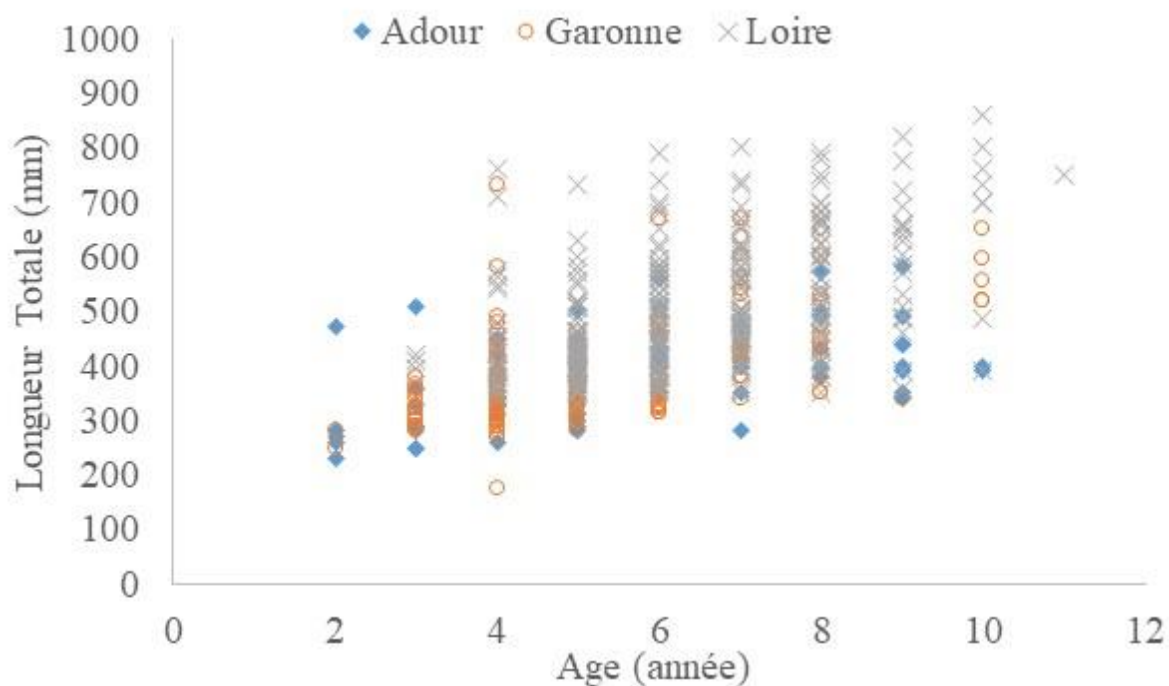


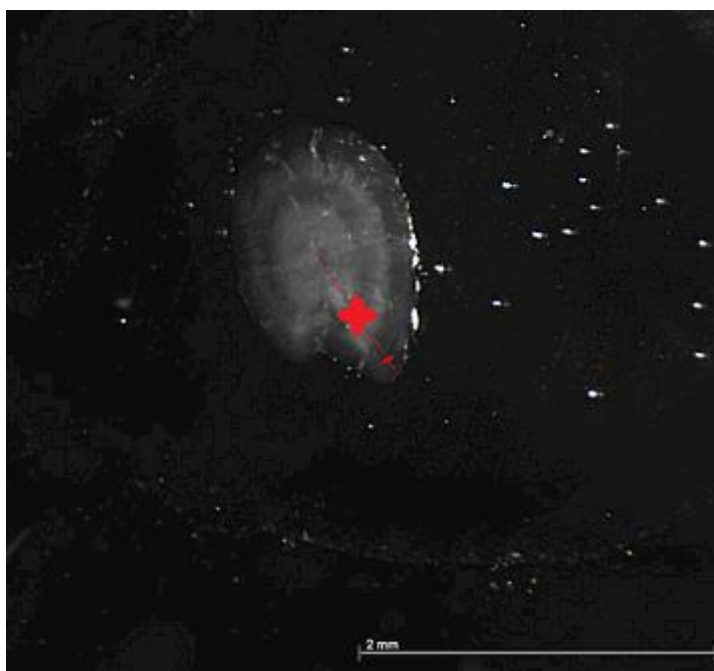
Figure 11 : Relation taille(Lt)/âge des anguilles communes prélevées en 2023 pour chaque zone de prélèvement.

La comparaison des données taille/âge entre les différentes années de prélèvements ne semblent montrer de différences notables de 2011 à 2023 (Figure 11).

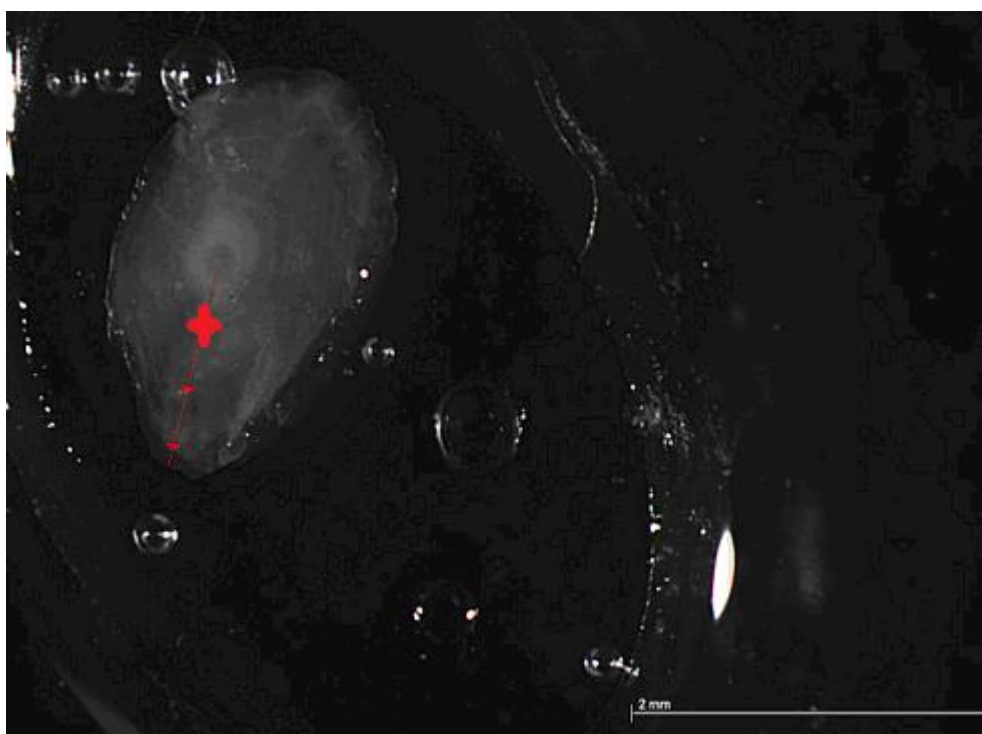


Figure 11 : Relation taille(Lt)/âge des anguilles communes prélevées de 2011 à 2023 pour chaque zone de prélèvement.

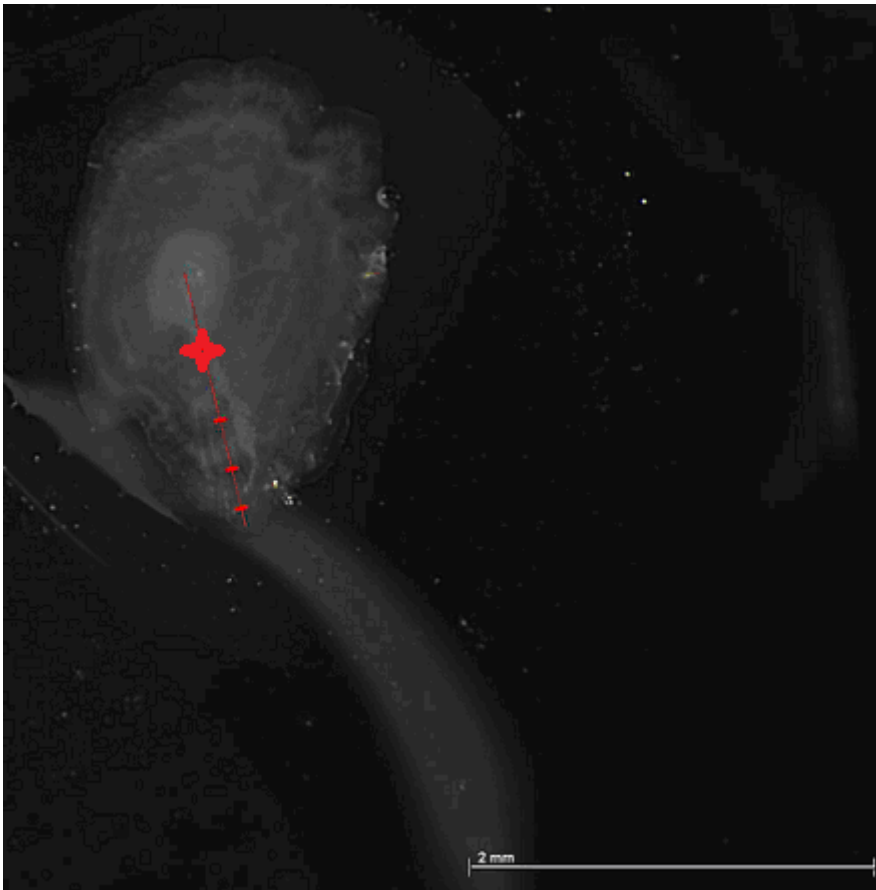
VII. Annexe 1 : Images de références



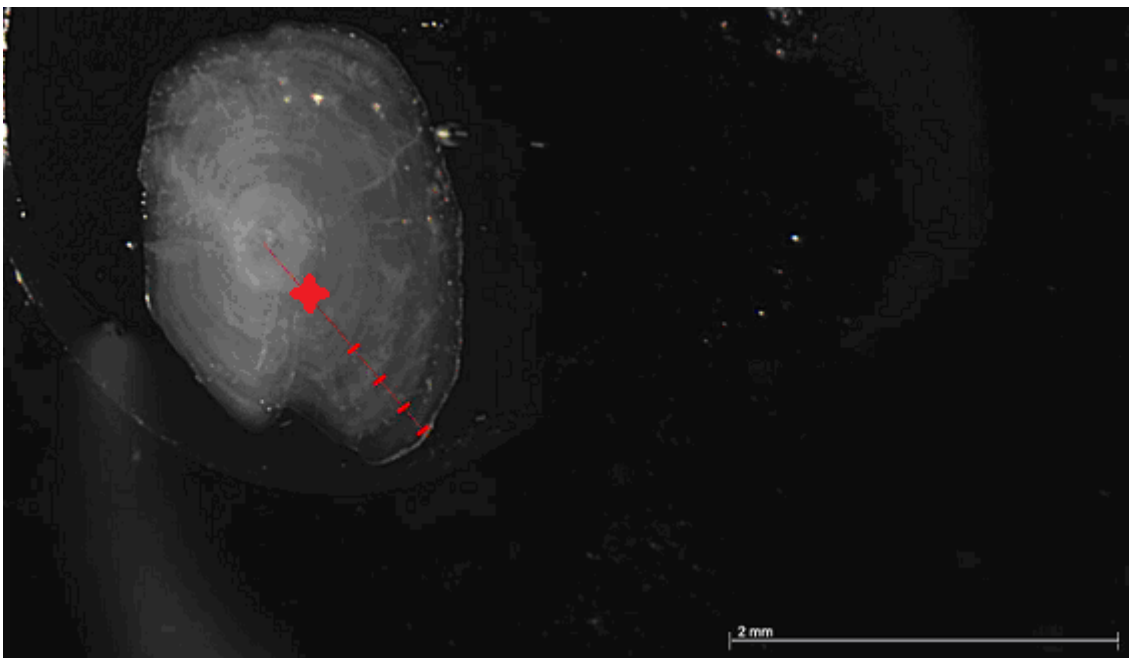
Age estimé à **1 an** provenant de Dordogne capturé le 27/5/2015 de 21.4 cm de longueur total et 16 g de poids entier non vidé.



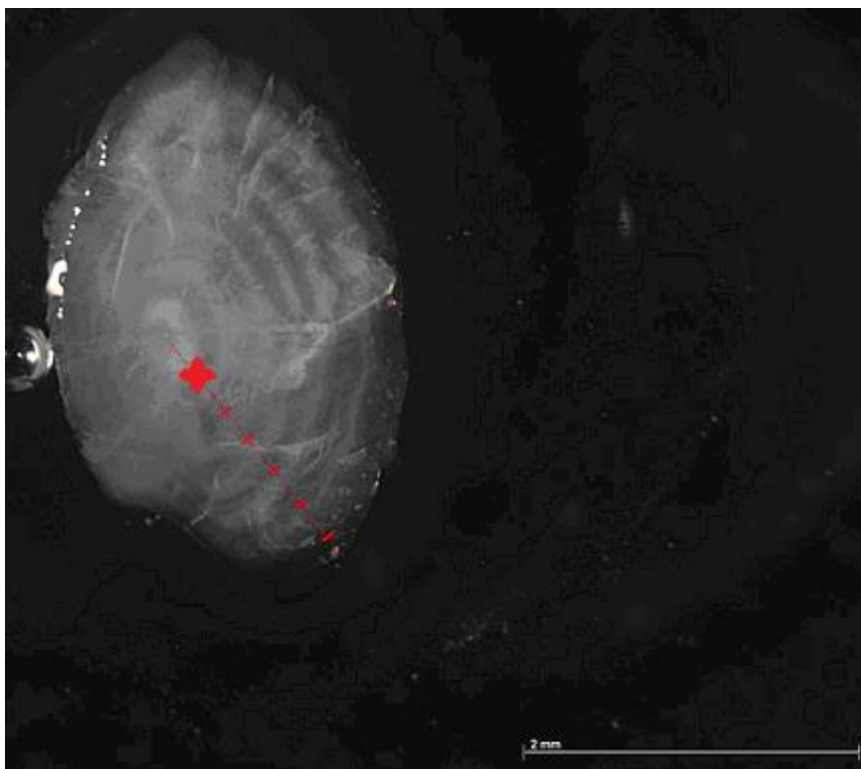
Age estimé à **2 ans** provenant de Dordogne capturé le 27/5/2015 de 30 cm de longueur total et 40 g de poids entier non vidé.



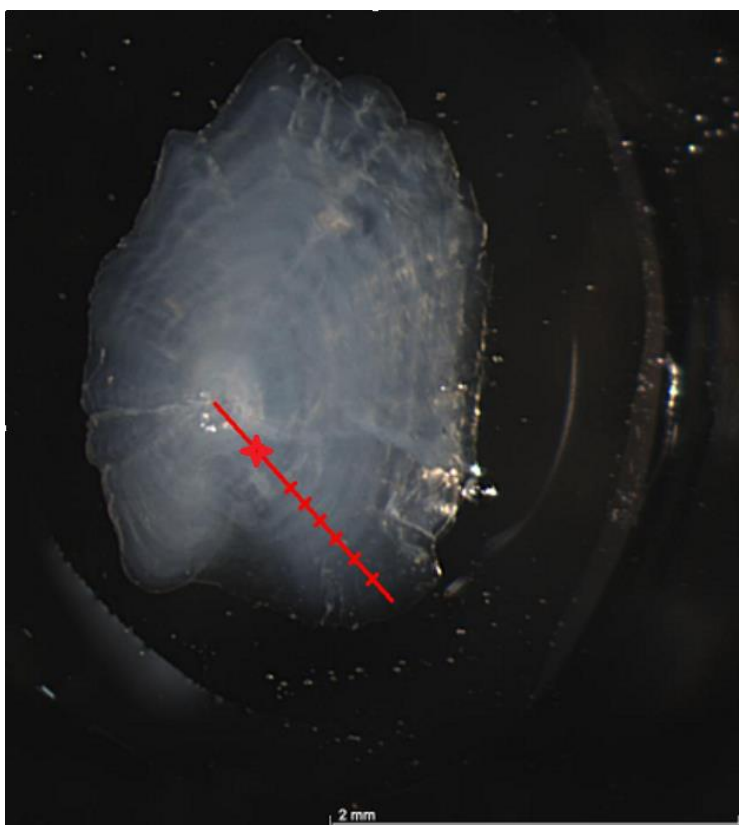
Age estimé à **3 ans** provenant de l'Adour fluvial capturé le 12/5/2015 de 30 cm de longueur total et 70 g de poids entier non vidé.



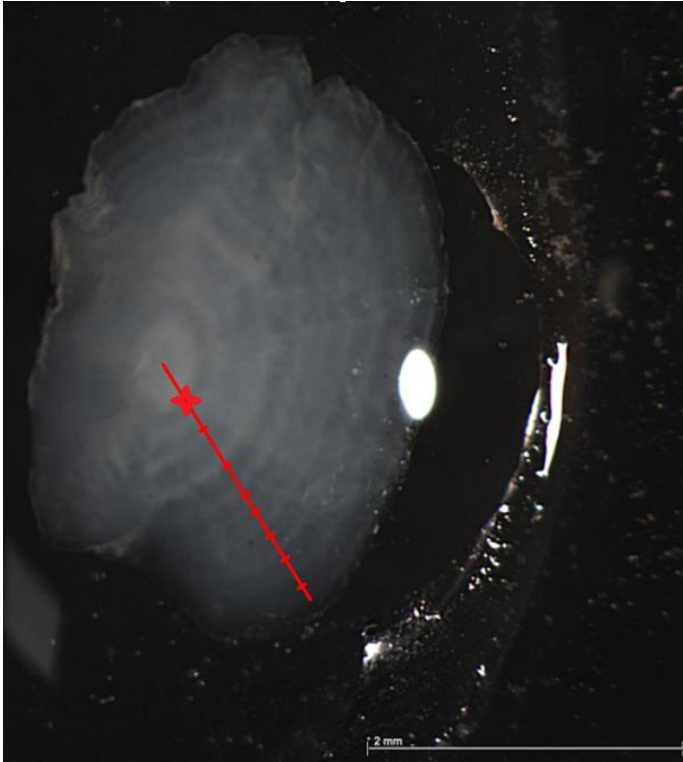
Age estimé à **4 ans** provenant de l'Adour fluvial capturé le 12/5/2015 de 33 cm de longueur total et 68 g de poids entier non vidé.



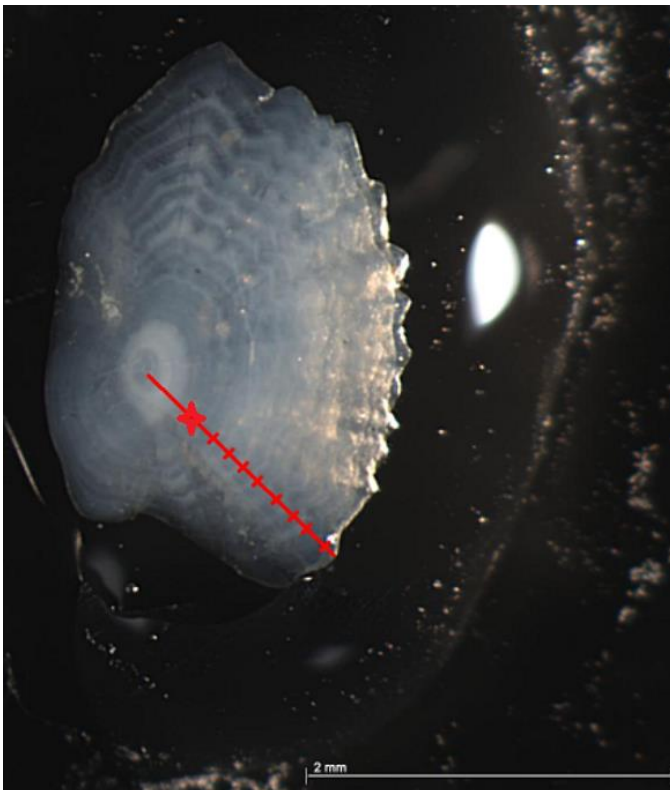
Age estimé à **5 ans** provenant de l'Adour fluvial capturé le 20/6/2015 de 57.3 cm de longueur total et 392 g de poids entier non vidé.



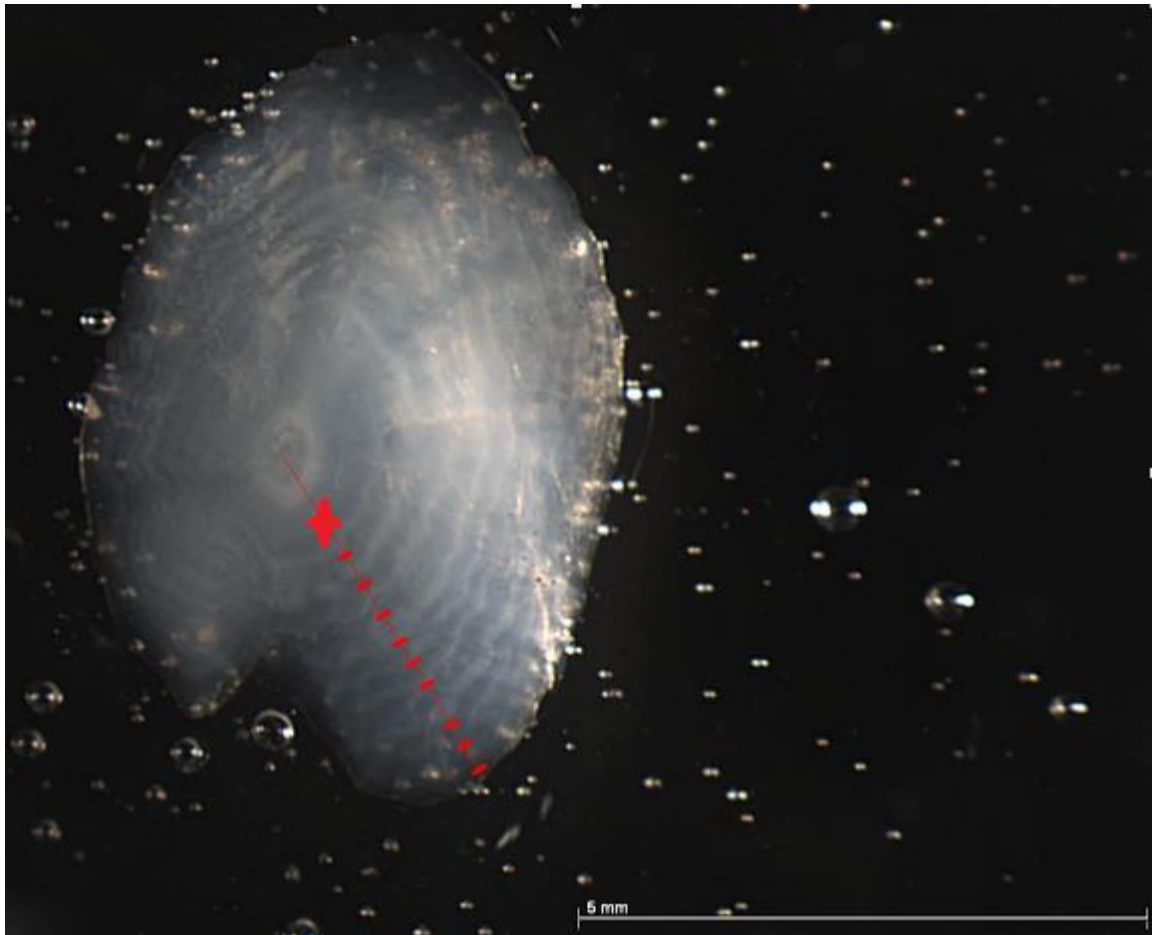
Age estimé à **6 ans** provenant de Loire fluviale capturé le 6/10/2015 de 47.5 cm de longueur total et 174 g de poids entier non vidé.



Age estimé à **7 ans** provenant de Garonne capturé le 23/09/2015 de 57.2 cm de longueur total et 324 g de poids entier non vidé.



Age estimé à **8 ans** provenant de Garonne capturé le 20/06/2015 de 43.4 cm de longueur total et 146 g de poids entier non vidé.



Age estimé à **9 ans** provenant de Garonne capturé le 12/05/2015 de 60.5 cm de longueur total et 386 g de poids entier non vidé.

VIII. Bibliographie

- Durif, C., Dufour, S., Elie, P., 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. *Journal of Fish Biology*, 66: 1025-1043pp.
- Fabrizio C., Dai-yu L., Yoshiyuki I., Wann-Nian T., Eleonora C., 2013. Phenotypic plasticity in habitat use and growth of the European eel (*Anguilla anguilla*) in transitional waters in the Mediterranean area, 12pp.
- Folkvord, A., Mosegaard, H., 2002. Croissance et analyse de la croissance. *In*: Panfili, J., de Ponctual, H., Troadec, H., Wright, P.J. (Eds.), *Manuel de sclérochronologie des poissons*. Co-édition Ifremer-IRD, 146-166pp.
- Holmgren K., Wickstrom H., Clevestam P., 1997 Sex-related growth of European eel, *Anguilla anguilla*, with focus on median Silver eel age, 7pp
- ICES. 2011. Report of the Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA2), 22-24 March 2011, Bordeaux, France. ICES CM 2011/ACOM: 43. 35pp.
- ICES. 2015. Report of the Workshop on Age Reading Horse Mackerel, Mediterranean Horse Mackerel and Blue Jack Mackerel (*Trachurus trachurus*, *T. mediterraneus* and *T. picturatus*) (WKARHOM2). 26–30 October 2015 Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. 93 pp.
- Mahé, K., Bellail, R., Dufour, J.L., Boiron-Leroy, A., Diméet, J., Duhamel, E., Elleboode, R., Félix, J., Grellier, P., Huet, J., Labastie, J., Le Roy, D., Lizaud, O., Manten, M.L., Martin, S., Metral, L., Nédelec, D., Vérin, Y., Badts, V., 2009, Synthèse française des procédures d'estimation d'âge, Rapport Ifremer, 78pp.
- Meunier, F.J., Données sur la croissance de l'anguille (*Anguilla anguilla*) dans le cours moyen du Rhin région alsacienne, 12pp
- Panfili, J., Xiémès, MC., Crivelli AJ., Sources of variation in growth of the European eel (*Anguilla anguilla*) estimated from otoliths, 10pp
- Ricker, W.E., 1968. Methods for assessment of fish production in fresh waters. *IBP Handbook No. 3*, F. A. Davis, Philadelphia, Pennsylvania, 328 pp.
- Thomassen, S., Pedersen, M. I., & Holdensgaard, G. 2000. Tagging the European eel *Anguilla anguilla* (L.) with coded wire tags. *Aquaculture*, 185(1-2), 57-61pp.