

1 : IFREMER, Laboratoire Ressources Halieutiques, Pôle de Sclérochronologie, Boulogne-sur-mer.

2 : IRSN, PRP-ENV/SERIS/L2BT, Cadarache Bat 186, Saint Paul Lez Durance.

Octobre 2014

## Rapport de faisabilité de l'estimation de l'âge du gardon (*Rutilus rutilus*)



Source : <http://herault-pecheurs.forumgratuit.org/t174-la-peche-du-gardon>

# Rapport de faisabilité de l'estimation de l'âge du gardon (*Rutilus rutilus*)

# sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Présentation de l'espèce étudiée .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Réalisation des différents tests de préparation des otolithes et des écailles .....</b>	<b>7</b>
2.1. Synthèse des connaissances sur la croissance du gardon .....	7
2.2. La scalimétrie .....	9
2.3. Otolithe entier ( <i>in toto</i> ) et poli .....	11
2.4. Coupe fine d'otolithe .....	13
<b>3. Résultats.....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>18</b>
<b>Liste des Figures .....</b>	<b>19</b>
<b>Références.....</b>	<b>20</b>

## Introduction

Le pôle national de Sclérochronologie de l'Ifremer de Boulogne-sur-Mer a été contacté dans le cadre du projet de recherche OPERA (utilisation des Otolithes de Poisson comme marqueur de l'Exposition cumulée de l'uRAnium, qui est intégré à un défi interdisciplinaire NEEDS : Nucléaire : Energie, Environnement, Déchets, Société) pour réaliser une étude sur l'estimation de l'âge du gardon (*Rutilus rutilus*) à partir des otolithes et des écailles de poissons vivant dans un lac contaminé à l'Uranium.

L'IRSN a ainsi envoyé des otolithes et écailles de gardon avec lesquels différents tests et des essais d'interprétation ont été réalisés dans un premier temps pour une étude de faisabilité de l'estimation de l'âge et dans un deuxième temps pour estimer l'âge des individus prélevés.



# 1. Présentation de l'espèce étudiée

- Nom latin : *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) (Figure 1)
- Famille : *Cyprinidae*
- Ordre : *Cipriniformes*
- Classe : *Actinoptérygii*



Figure 1 : Le gardon (Doriss, 2014).

Le gardon (Figure 1) est probablement le poisson le plus commun des cours d'eau de deuxième catégorie (zone à brème)<sup>1</sup>. Il est présent en Europe et particulièrement en France, aussi bien dans les étangs que dans les rivières ou les fleuves de basse et moyenne altitude (Figure 2). Il supporte des eaux de qualité moyenne et est peu sensible aux variations de température et de salinité, aussi on le retrouve parfois en estuaire (Keith *et al.*, 2011).

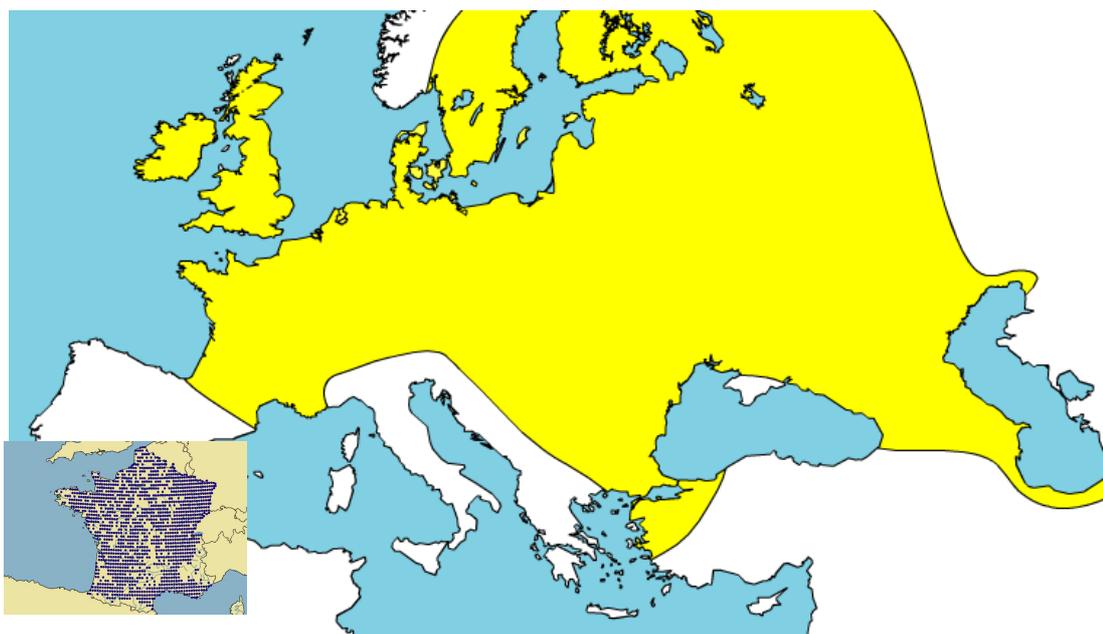


Figure 2 : Aire de répartition du gardon en Europe (Keith *et al.*, 2011).

Le gardon a une taille moyenne de 25 cm pouvant atteindre près de 45cm au maximum et devient sexuellement mature vers l'âge de 2 ou 3 ans. Sa période de fraie s'étale d'avril à juillet (Keith *et al.*, 2011).

<sup>1</sup> Cours d'eau de deuxième catégorie : échelle provenant d'un gradient amont-aval, chacun d'eux occupé par une espèce représentative en fonction de la pente, température, oxygène...

Cette espèce se confond et s'hybride facilement, entre autre, avec le rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*). On distingue ces deux espèces en observant la bouche et l'alignement entre la nageoire dorsale et les nageoires pelviennes (Figure 3).

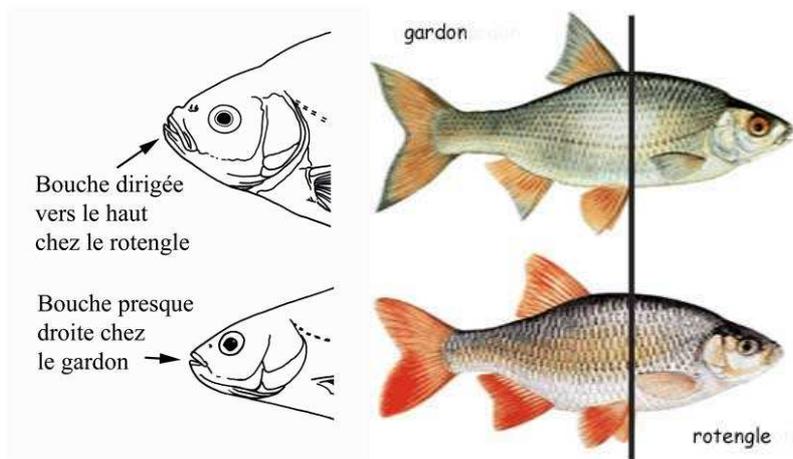


Figure 3 : Différences entre le gardon et le rotengle (Pratique, 2014).

## 2. Réalisation des différents tests de préparation des otolithes et des écailles

Comme pour chaque nouvelle espèce reçue au pôle national de sclérochronologie, différentes préparations sont testées pour établir le meilleur protocole en ayant auparavant étudié les références bibliographiques antérieures à ce sujet (Mahé *et al.*, 2009).

### 2.1. Synthèse des connaissances sur la croissance du gardon

Le gardon fait partie des espèces d'eau douce ayant une large zone de répartition en Europe allant de l'Espagne à la Russie. De plus, il a été introduit en 1861 en Australie.

Cette large répartition et l'hybridation inter-spécifique expliquent en grande partie la forte variabilité de croissance observée entre les différentes études réalisées (Tableau 1).

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des études de croissance (FishBase, 2014).

$L_{\infty}$	Type de longueur	K	Pays	Zone géographique	Pièce calcifiée	Référence
26.2	TL	0.18		Ilmen Lake		Pauly, 1978
26.2	SL	0.31	Bulgarie	Dospat reservoir	écailles	Zivkov and Raikova-Petrova, 2001
27.3	TL	0.21	Russie	Enisey river	écailles	Podlesnyi, 1958
27.5	SL	0.10	Bulgarie	Batak reservoir	écailles	Zivkov, and Raikova-Petrova, 2001
28.1	SL	0.44	Bulgarie	Ovcharitsa reservoir	écailles	Zivkov, and Raikova-Petrova, 2002
28.5	SL	0.17	République Tchèque	Berounka river	écailles	Hanel, 1991
31.9	SL	0.16	Hongrie	Lake Balaton	écailles	Specziár <i>et al.</i> , 1997
32.5	SL	0.22	Bulgarie	Batak reservoir	écailles	Zivkov and Raikova-Petrova, 2001
33.3	TL	0.08	Grèce	Lake Volvi	écailles	Kleanthidis and Stergiou, 2006
35.2	SL	0.30	Bulgarie	Ovcharitsa reservoir	écailles	Zivkov and Raikova-Petrova, 2001
35.5	TL	0.17	UK	Don River ; M for Stour River		Pauly, 1978
35.9	NG	0.13	Russie	Lake Pyhäjärvi, Karelia	écailles	Auvinen, 1987
36.3	NG	0.08	Finlande	Lake Pyhäjärvi	écailles	Auvinen, 1988
37.0	TL	0.15	UK	rivers, southern England		He and Stewart, 2001
40.0	TL	0.21	Romanie	Razim Lake, Danube delta		Staras <i>et al.</i> , 1995
40.0	TL	0.14	UK	rivers, southern England		He and Stewart, 2001
40.5	TL	0.18	Romanie	Sinoe Lake, Danube Delta		Staras <i>et al.</i> , 1995
42.5	TL	0.08		Petschora		Pauly, 1978
43.0	TL	0.13	UK	rivers, southern England		He and Stewart, 2001
51.3	TL	0.10	Kazakhstan	Aral Lake		Pauly, 1978

De même, parmi les études françaises, il y a aussi une forte différence observée entre par exemple le lac de Créteil et le réservoir de Seine (Figure 4) (Ponton *et al.*, 1987).

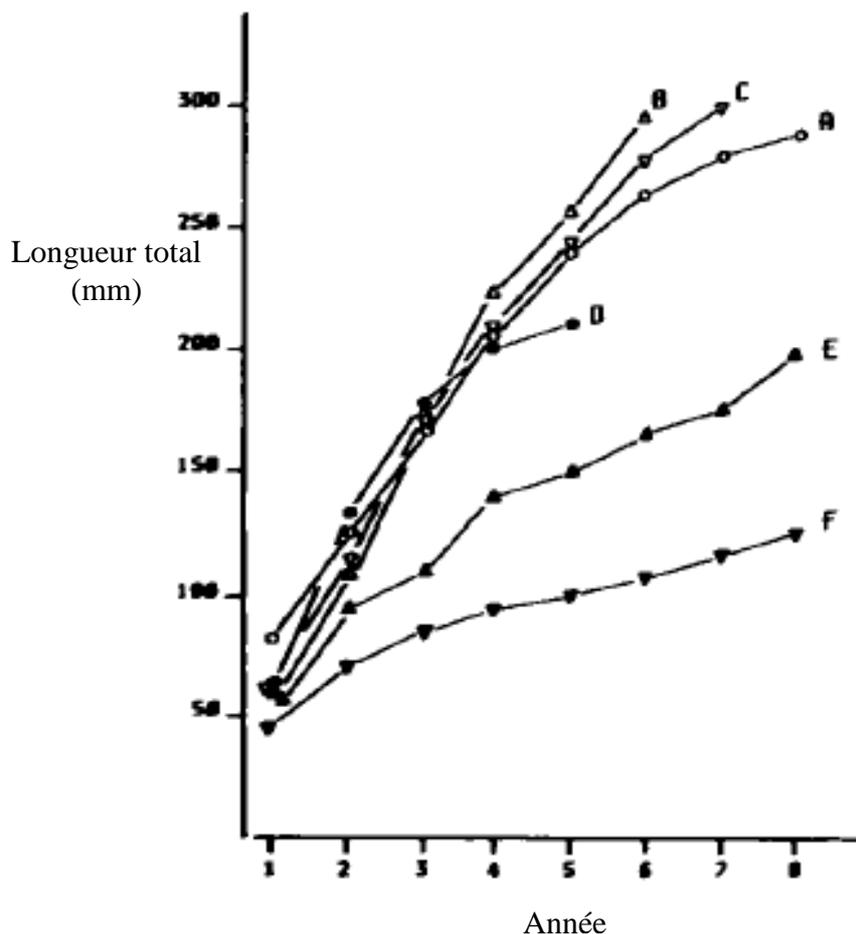


Figure 4 : Croissance du gardon dans différents milieux : A Lac Léman, B Reservoir de Seine, C Tatton Mere , D retenue de Ste-Croix, E Lac de Créteil, F Grey Mist Mere (Ponton *et al.*, 1987).

Dans de nombreuses études sur l'estimation de l'âge du gardon, la scalimétrie est privilégiée, seules quelques études ont comparé les résultats obtenus sur les otolithes entier et/ou coupé et sur les écailles (Daniel and Stoessel, 2014).

## 2.2. La scalimétrie

La scalimétrie est une méthode couramment utilisée en sclérochronologie pour l'estimation de l'âge. Elle a été aussi fortement utilisée dans des études sur le gardon (Stoessel, 2014).

Des essais ont été menés sur des échantillons du projet OPERA.

Un tri a été effectué entre :

- les écailles utilisables ;
- les écailles abîmées et/ou souillées ;
- et les écailles illisibles (Figure 5).

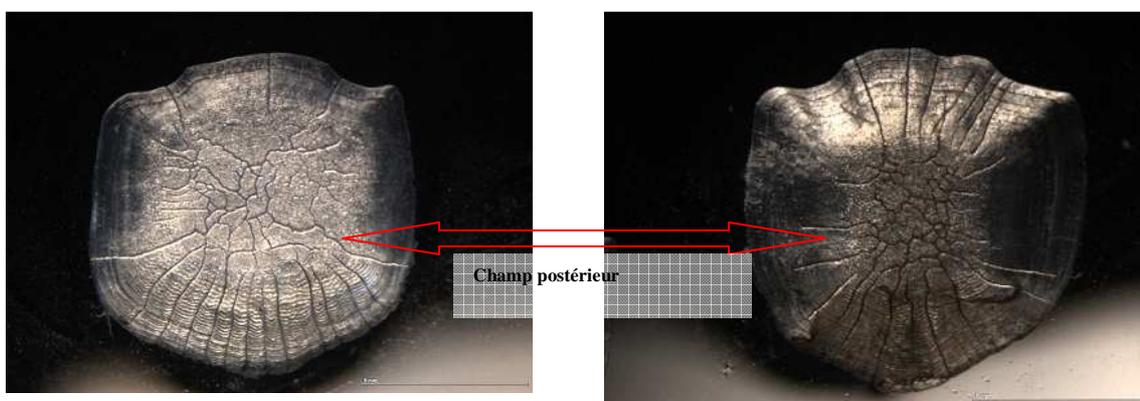


Figure 5: Exemples d'écailles illisibles dues au champ postérieur trop important par rapport au champ antérieur.

Les écailles ont été immergées dans de l'eau et ensuite observées sous une loupe binoculaire. Plusieurs sources lumineuses ont été testées à savoir les lumières réfléchie et transmise. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une lumière transmise. Plusieurs observations ont été faites sur une même écaille ainsi qu'une comparaison entre plusieurs écailles d'un même poisson.

Chaque écaille sélectionnée a fait l'objet d'une image calibrée obtenue à l'aide du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées, [www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)). La première série d'échantillons d'écailles prélevées sous la nageoire pectorale présentait une grande hétérogénéité dans la forme des écailles, contrairement à la seconde série d'échantillons prélevés sous la nageoire dorsale et au dessus de la ligne latérale. Dans ce cas les écailles étaient clairement interprétables, mis à part les écailles régénérées (Figure 6).

Pour le premier échantillon, la zone de prélèvement des écailles étant non adaptée, l'interprétation de l'âge à partir de cette pièce calcifiée n'a pu être établie.

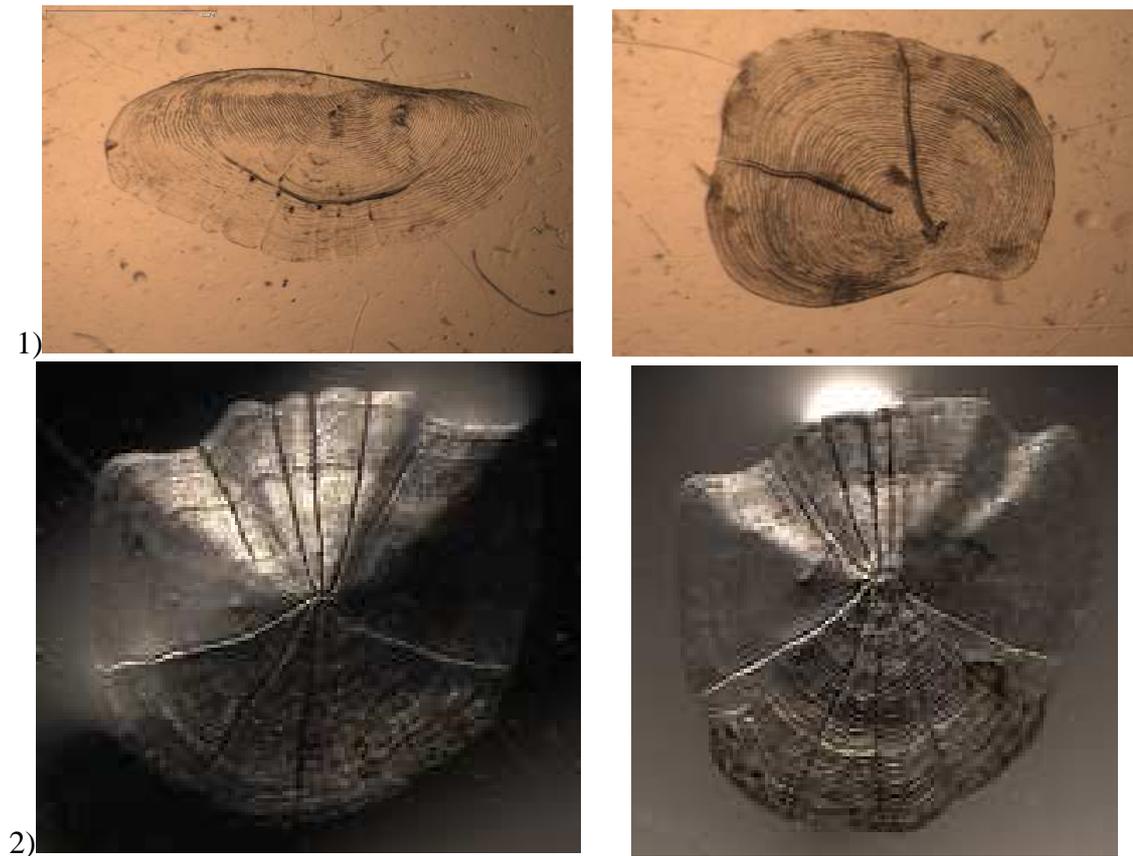


Figure 6 : Différentes morphologies des écailles de gardon de 2 échantillons différents (1 & 2).

## 2.3. Otolithe entier (*in toto*) et poli

Les 2 plus grosses paires d'otolithes ont été prélevées. N'ayant pas pu avec certitude identifier la paire de *sagittae* et de *lapillii*, l'emplacement de chaque paire d'otolithes dans le crâne du gardon a aidé à les identifier (en rouge : *sagittae* et en bleu *lapillii* ; Figure 7).

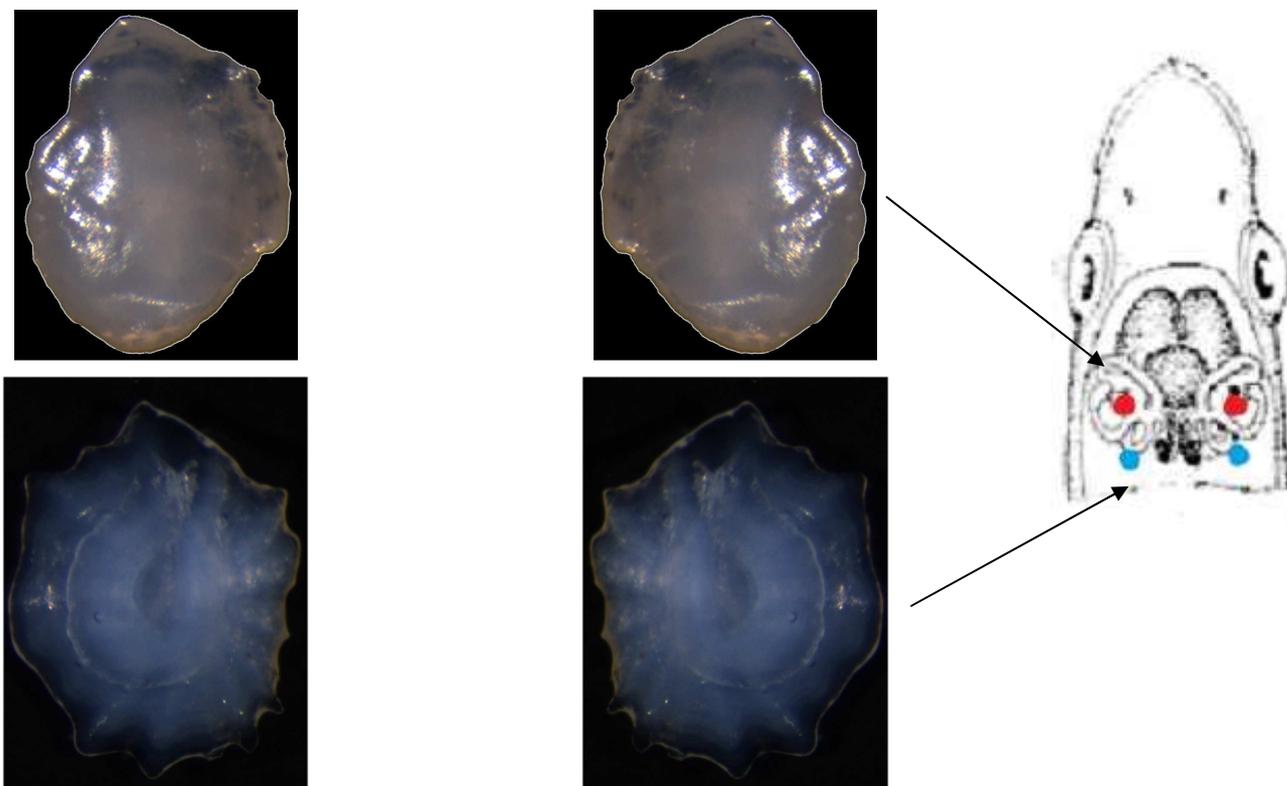


Figure 7 : Emplacement des paires d'otolithes en rouge *sagittae* et en bleu *lapillii* dans la boîte crânienne du gardon.

Le premier essai fut de réaliser une observation des otolithes entiers immergés dans de l'eau. Des images ont été réalisées en lumières transmise et réfléchie.

Après observation de plusieurs paires d'otolithes, l'interprétation de structures de croissance annuelle paraît complexe pour les *lapillii* et les *sagittae*.

Sur les *lapillii*, on a pu nettement observer sur l'ensemble des échantillons un anneau qui doit représenter une marque de stress dont l'origine n'est pas connue (Figure 8).



Figure 8 : Exemple d'observation d'une strie indéterminée (en rouge) sur le *lapillus* de gardon.

Les *sagittae* de gardon ont la particularité d'avoir une protubérance importante sur les 2/3 de la surface de l'otolithe les rendant extrêmement opaques (Figure 7).

Un léger polissage a été réalisé sur quelques otolithes entiers. L'otolithe a été montée sur lame de verre de sorte que la face convexe sillonnée par le *sulcus* adhère à la colle (Figure 9). La colle utilisée est la Crystalbond qui a des propriétés thermo-sensibles, permettant ainsi de polir l'otolithe puis de le retourner et de le polir sur l'autre face si nécessaire.



Figure 9 : Montage de l'otolithe de gardon sur une lame de verre.

Le polissage a été réalisé manuellement sur du papier abrasif de 10 et 5 micromètres. Là encore, le polissage n'a pas apporté de gain significatif en termes d'interprétation des structures de croissance annuelle (Figure 10).

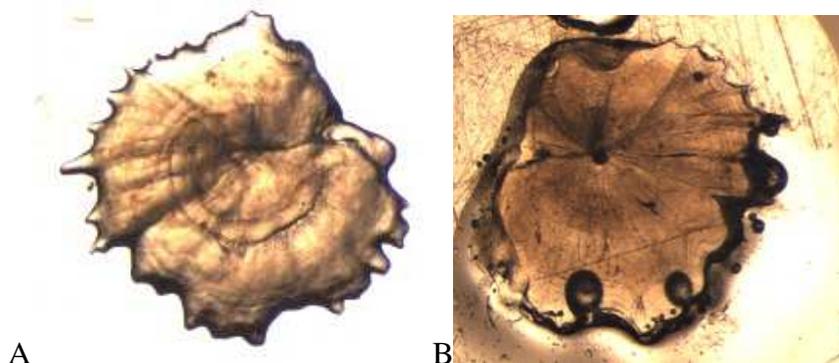


Figure 10 : Otolithe (*lapillus*) de gardon avant (A) et après polissage (B).

## 2.4. Coupe fine d'otolithe

Etant donné la petite taille des otolithes, une préparation individuelle est nécessaire. Ainsi, des essais de coupes ont été réalisés sur une micro-tronçonneuse de précision (modèle ATM 221). Pour cela, une inclusion d'un *lapillus* et d'un *sagitta* du même poisson a été réalisée dans un seul et même bloc de résine (Figure 11).



Figure 11 : Exemple d'inclusion individuelle pour une coupe transversale de l'otolithe *sagitta* et *lapillus*.

Il est à noter que l'ensemble des tests a été mené sur un seul otolithe par paire, le second otolithe étant utilisé pour réaliser des analyses microchimiques.

Deux épaisseurs de coupes ont été réalisées. Pour le premier échantillon, des coupes de 0.45 mm d'épaisseur ont été directement observées en lumière réfléchie et transmise sous loupe binoculaire pour les *sagittae* et *lapillii* pour chaque individu (Figure 12).

Type d'otolithe	Lumière transmise	Lumière réfléchie
<i>Sagittae</i>		
<i>Lapillii</i>		

Figure 12 : Exemple de coupes pour un seul et même individu de gardon sur les deux types d'otolithes.

On peut observer sur la Figure 12 que la *sagitta* présente de belles structures aussi bien en lumière réfléchie qu'en lumière transmise, l'interprétation du *lapillus* est plus délicate mais reste possible surtout en lumière transmise. Après une observation globale

de l'ensemble des échantillons traités, nous avons conclu que le *lapillus* paraît être le meilleur choix pour l'interprétation des otolithes de gardon.

En effet, même si sur la Figure 12, la *sagitta* est clairement plus interprétable, ce n'est pas le cas pour tous les échantillons. On peut considérer que 50% des *sagittae* sont coupés en dehors du *nucleus*. Ceci est dû à la protubérance importante sur les 2/3 de l'otolithe qui rend impossible le positionnement avec précision de la zone exacte du *nucleus*. De plus, l'otolithe est si petit qu'une seule lame est possible ce qui rend l'opération délicate et donc parfois infructueuse. Le choix du *lapillus* paraît être la meilleure solution pour réaliser les interprétations d'âge à partir des otolithes de gardon car il permet d'observer le *nucleus* après inclusion.

Pour le second échantillon, une méthodologie différente fut abordée. Une coupe de 3 mm a été réalisée. Elle a ensuite été montée sur lame géologie en verre de la même manière que pour les otolithes entiers (Figure 9). Un polissage a été réalisé au grain 1200 (15 microns) et 2400 (10 microns) à partir d'une polisseuse automatique de chez Presi (Mecatech 234).



Figure 13 : Polissage de coupe de gardon de manière automatique.

Cette seconde méthodologie permet de cerner plus précisément le *nucleus* et donc d'éviter les coupes en dehors de l'axe d'interprétation. Elle permet d'obtenir un taux de réussite plus significatif mais demande beaucoup plus de préparation et donc de temps. Des comparaisons d'estimation de l'âge à partir d'otolithes (des deux types *sagittae* et *lapilli*) et d'écailles ont donc pu être réalisées (Figure 14).



Figure 14 : Exemple de comparaison des otolithes et d'écailles d'un gardon d'âge estimé 4 ans.

Grâce à cette comparaison, on peut constater que l'on observe le même nombre de structure sur les 3 pièces calcifiées. Néanmoins, l'écaille reste la pièce calcifiée la plus simple de préparation avec un résultat équivalent aux otolithes.

### 3. Résultats

Au total, l'échantillon est composé de 46 gardons d'une gamme de taille allant de 6.7 cm pour 2.5 g à 18.5 cm pour 64 g. Le coefficient d'allométrie de cet échantillon est minorant car inférieur à 3 (Teissier, 1948) (Figure 15).

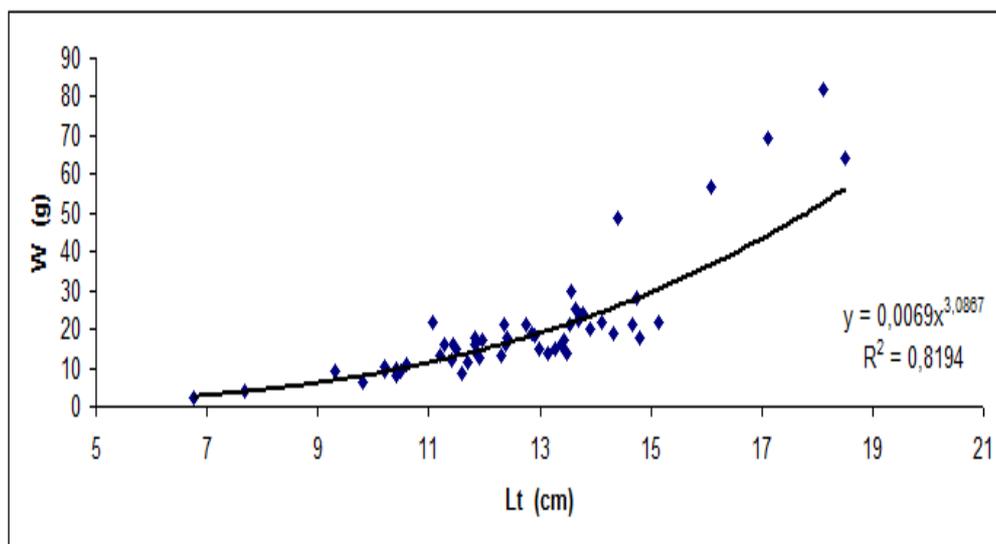


Figure 15: Relation taille/poids de l'échantillon de gardons.

De même, les relations poids/âge et taille/âge ont été réalisées (Figure 16). Cependant, le faible nombre d'individus sur une gamme de taille restreinte ne permet pas de conclure sur la croissance de cette espèce. Il serait nécessaire de compléter l'échantillonnage.

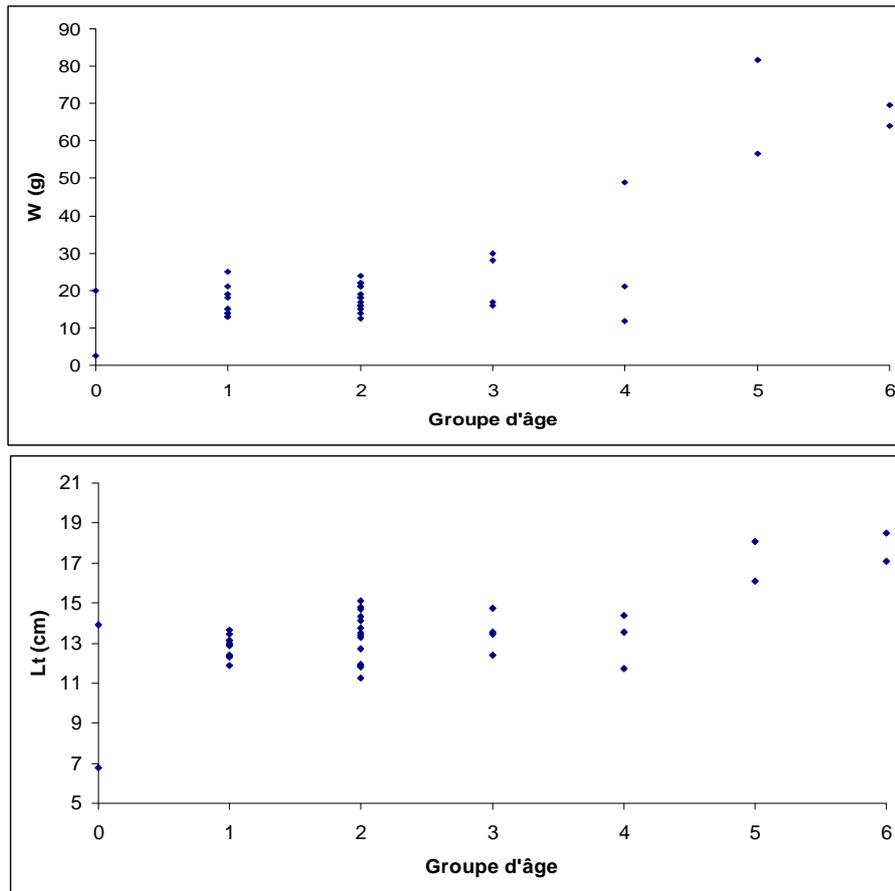
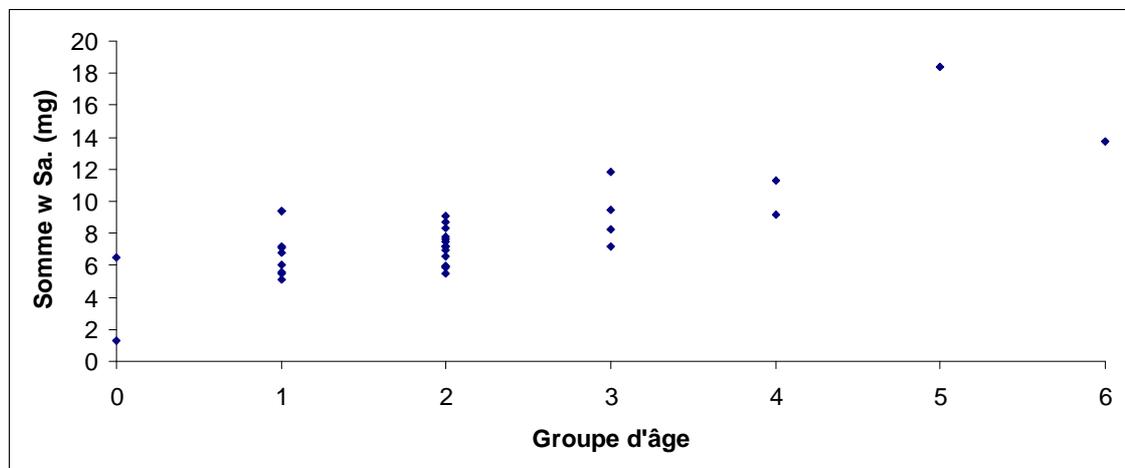


Figure 16 : Relation poids/âge et taille/âge de l'échantillon de gardons.

Les relations poids des *lapillii* et poids des *sagittae* en fonction des groupes d'âges montrent des différences selon de l'otolithe considéré (Figure 17).

A



B

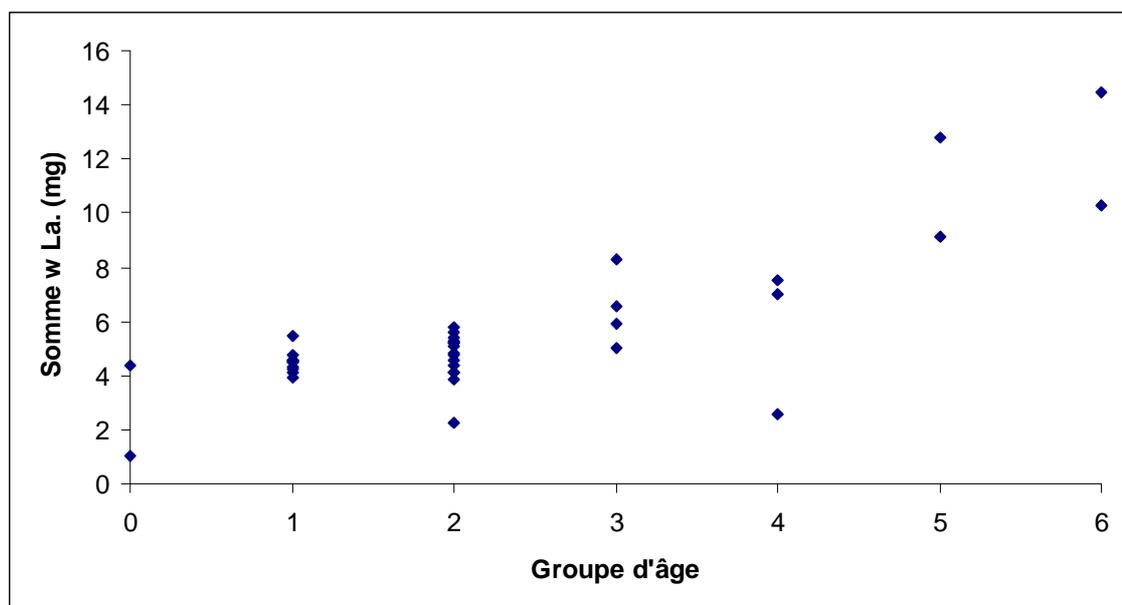


Figure 17 : Relation entre poids otolithes (A *sagittae*, B *lapillii*) et âge des gardons.

## Conclusion

L'interprétation des otolithes pour estimer l'âge des gardons semble donc réalisable bien que très délicate. Les meilleurs résultats ont été obtenus par polissage d'une seule coupe large de 3 mm d'épaisseur passant par le *nucleus* pour les *sagittae* et les *lapilli*.

L'interprétation des otolithes reste compliquée. Néanmoins, à l'aide du logiciel TNPC et en particulier des outils de mesure, il est possible d'optimiser la cohérence du schéma d'interprétation entre les différents individus. Cependant, il sera nécessaire de valider celui-ci par une confirmation de la périodicité d'apparition des structures hyalines et opaques en réalisant par exemple un suivi mensuel de l'allongement marginal de l'otolithe durant au moins une année. Un nombre d'échantillons plus important et représentatif de la gamme de taille du gardon adulte permettrait d'affiner sensiblement le modèle de croissance.

Les écailles situées entre la nageoire dorsale et au-dessus de la ligne latérale sont quant à elle parfaitement interprétables si elles ne sont pas régénérées. Les anneaux (*circulii*) observés sur les écailles ont été comparés parallèlement à celui des otolithes. Ceci nous a permis de vérifier que le même nombre d'incrément est observable quelque soit la pièce calcifiée sous réserve d'une bonne préparation des otolithes.

## Liste des Figures

<i>Figure 1 : Le gardon (Doriss, 2014).</i>	5
<i>Figure 2 : Aire de répartition du gardon en Europe (Keith et al., 2011).</i>	5
<i>Figure 3 : Différences entre le gardon et le rotengle (Pratique, 2014).</i>	6
<i>Figure 4 : Croissance du gardon dans différents milieux : A Lac Léman, B Reservoir de Seine, C Tatton Mere , D retenue de Ste-Croix, E Lac de Créteil, F Grey Mist Mere (Ponton et al., 1987).</i>	8
<i>Figure 5: Exemples d'écailles illisibles dues au champ postérieur trop important par rapport au champ antérieur.</i>	9
<i>Figure 6 : Différentes morphologies des écailles de gardon de 2 échantillons différents (1 &amp; 2).</i>	10
<i>Figure 7 : Emplacement des paires d'otolithes en rouge sagittae et en bleu lapillii dans la boîte crânienne du gardon.</i>	11
<i>Figure 8 : Exemple d'observation d'une strie indéterminée (en rouge) sur le lapillus de gardon.</i>	11
<i>Figure 9 : Montage de l'otolithe de gardon sur une lame de verre.</i>	12
<i>Figure 10 : Otolithe (lapillus) de gardon avant (A) et après polissage (B).</i>	12
<i>Figure 11 : Exemple d'inclusion individuelle pour une coupe transversale de l'otolithe sagitta et lapillus.</i>	13
<i>Figure 12 : Exemple de coupes pour un seul et même individu de gardon sur les deux types d'otolithes.</i>	13
<i>Figure 13 : Polissage de coupe de gardon de manière automatique.</i>	14
<i>Figure 14 : Exemple de comparaison des otolithes et d'écailles d'un gardon d'âge estimé 4 ans.</i>	14
<i>Figure 15: Relation taille/poids de l'échantillon de gardons.</i>	15
<i>Figure 16 : Relation poids/âge et taille/âge de l'échantillon de gardons.</i>	16
<i>Figure 17 : Relation entre poids otolithes (A sagittae, B lapillii) et âge des gardons.</i>	17

## Références

Auvinen, H., 1987. Growth, mortality and management of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.), vendace (*Coregonus albula* L.), roach (*Rutilus rutilus* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) in Lake Pyhäjärvi (Karelia). Finn. Fish. Res. 8: 38-47.

Doriss, 2012. Disponible le 25/7/2014 : <http://doris.ffesm.fr/>

FishBase, 2014. Disponible le 25/07/2014 : <http://www.fishbase.org>.

Hanel, L., 1991. Growth of four cyprinid fishes in the river Berounka (Central Bohemia). Zivoc. Vyr. 36(1):929-937.

He, J.X. & D.J. Stewart, 2001. Age and size at first reproduction of fishes: predictive models based on growth trajectories. Ecology 82:784-792.

Keith P., Persat H., Feunteun E., & J. Allardi (coords), 2011. – Les poissons d'eau douce de France. Biotope, Mèze ; Museum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 552 p.

Linnaeus, C., 1758 Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordinus, Genera, Species cum Characteribus, Differentiis Synonymis, Locis. 10th ed., Vol. 1. HolmiaeSalvii. 824 p.

Mahe K., Bellail R., Dufour J.-L., Boiron-Leroy A., Dimeet J., Duhamel E., Elleboode R., Felix J., Grellier P., Huet J., Labastie J., Le Roy D., Lizaud O., Manten M.-L., Martin S., Metral L., Nedelec D., Verin Y. & V. Badts, 2009. Synthèse française des procédures d'estimation d'âge /French summary of age estimation procedures. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/7294/>

Pauly, D., 1978. A preliminary compilation of fish length growth parameters. Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts-Univ. Kiel (55): 1-200.

Podlesnyi, A.V., 1958. Fishes of Enisey, their environments and use. P. 97-178 in Pravdin, I.F. and P.L. Pirozhnikov (ed.). Commercial fishes of Ob and Enisey and their use. Izv. VNIORH 44. Moscow, Pishchepromizdat.

Ponton, D. & D. Gerdaux, 1987. La population de gardon (*Rutilus rutilus*) du lac léman en 1983-85 structure en age, déterminisme du recrutement, analyse de la croissance. 11 p.

Pratique, 2014 Disponible le 25/7/2014 : <http://www.pratique.fr>

Tessier, G., 1948. La relation d'allométrie. Sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4 : 14-53.

Specziár, A., L. Tölg & P. Biró, 1997. Feeding strategy and growth of cyprinids in the littoral zone of Lake Balaton. *J. Fish Biol.* 51: 1109-1124.

Staras, M., I. Cernisencu & I. Navodaru, 1995. Studiul cresterii principalelor specii de pesti din complexul Razim-Sinoe. *Aquaropi, Galaxi, Romania.* 417-420.

Stoessel, D.J., 2014 Age, growth, condition and reproduction of roach *Rutilus rutilus* (Teleostei : Cyprinidae), in south-eastern Australia. 7p.

Zivkov, M. & G. Raikova-Petrova, 2001. Comparative analysis of age composition, growth rate and condition of roach, *Rutilus rutilus* (L.) in three bulgarian reservoirs. *Acta zool. bulg.* 53(1): 47-60.