

Atelier d'inter-calibration des estimations des petits pélagiques (Anchois et Sardine) en Atlantique

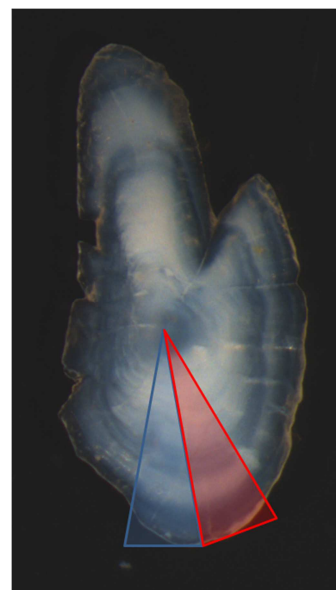
Boulogne sur mer, 14 au 15 mars 2018



Anchois
Engraulis encrasicolus



Sardine
Sardina pilchardus



Atelier d'inter-calibration des estimations d'âge des petits pélagiques (Anchois et Sardine) en Atlantique

Boulogne sur mer, 14 au 15 mars 2018

sommaire

1. Introduction	5
2. Interprétation des structures d'âge.....	6
2.1. Identification des structures	6
2.2. Axe de lecture	7
2.2.1. Sardine.....	7
2.2.2. Anchois	8
2.3. Interprétation des structures	9
2.3.1. Schéma général.....	9
2.3.2. Particularités chez les petits pélagiques.....	10
3. Qualité des images calibrées.....	14
4. Mode de préparation des otolithes	14
5. Exercice d'inter-calibration lors de l'échange	15
5.1. Anchois	15
5.2. Sardine	16
6. Problèmes rencontrés lors de l'interprétation	17
6.1. Anchois	17
6.2. Sardine	17
7. Exercice d'inter-calibration lors de l'atelier	17
8. Exemple d'otolithes interprétés	18
8.1.1. Sardine.....	18
8.1.2. Anchois	22
9. Conclusion.....	26
10. Bibliographie	27

1. Introduction

Cet atelier a été mis en place pour intercalibrer les estimations d'âge des anchois et des sardines en Atlantique entre Erwan Duhamel qui est le lecteur de ces espèces du golfe de Gascogne et Céline Chantre et Geoffrey Bled Defruit du pôle national de Sclérochronologie du laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer qui vont commencer à estimer l'âge de ces petits pélagiques dans le golfe de Gascogne.

L'objectif est d'abord de calibrer les estimations d'âge pour ces 2 espèces de petits pélagiques dans le golfe de Gascogne et de revoir les moyens pour réaliser les images en mer lors de la campagne Pelgas et à terre en laboratoire. Cette intercalibration est basée sur la lecture d'images : 136 otolithes d'anchois et 140 otolithes de sardine par 3 lecteurs.

2. Interprétation des structures d'âge

2.1. Identification des structures

Le processus d'estimation de l'âge nécessite dans un premier temps de définir l'axe de lecture (*nucleus*-bord) puis d'identifier les structures saisonnières le long de celui-ci. Des accroissements saisonniers, aussi appelés zones, marques, anneaux ou *annuli* saisonniers, sont souvent distinguables car ils présentent des différences d'opacité et de taux de matrice organique. En lumière transmise, les zones opaques sont sombres et les zones translucides sont lumineuses et, en lumière réfléchie, les zones opaques sont lumineuses et les zones translucides sombres (Fig. 1).

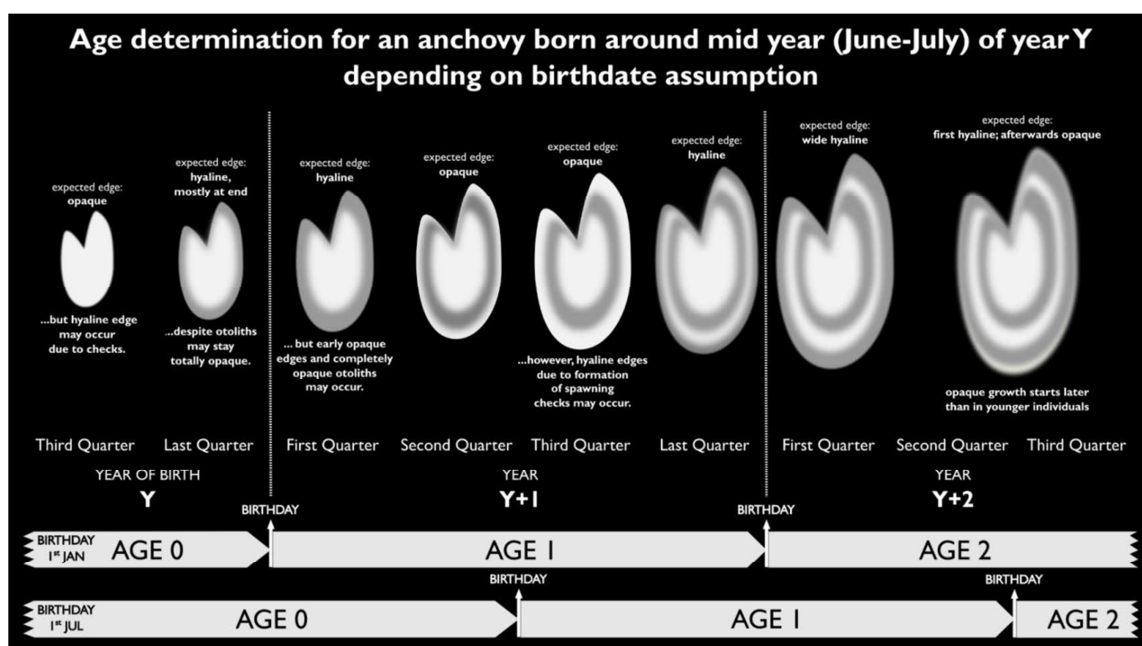


Figure 1 : Synoptic representation of the anchovy otolith development in time and the different age allocation according to the two conventional birth dates on 1 January and on 1 July (In ICES, 2017).

L'identification des zones d'accroissement saisonnières est parfois difficile, à cause de la présence d'anneaux doubles, de discontinuités ou d'autres structures qui correspondent à des événements acycliques (migration, reproduction...). L'identification est donc basée sur leur netteté, leur continuité sur l'ensemble de la pièce calcifiée, leur épaisseur et leur largeur. Les marques doivent théoriquement décroître en largeur depuis le centre de la pièce calcifiée jusque vers son bord, en relation avec la réduction du taux de croissance avec l'âge.

2.2. Axe de lecture

2.2.1. Sardine

L'axe de lecture pour les sardines est dans la partie postérieure (Fig. 2, bleu) et pour les individus âgés de plus de 4 ans, une autre zone de lecture peut être plus précise (Fig. 2, rouge). La zone au niveau du rostre doit être évitée pour ne pas induire d'erreur.



Figure 2 : Zones d'interprétation des otolithes de sardine.

2.2.2. Anchois

L'axe de lecture pour les anchois est dans la partie postérieure (Fig. 3, bleu). La zone au niveau du rostre doit être évitée pour ne pas induire d'erreur.



Figure 3 : Zones d'interprétation des otolithes d'anchois.

2.3. Interprétation des structures

2.3.1. Schéma général

Après avoir identifié toutes les marques de croissance de la pièce calcifiée, les informations suivantes sont nécessaires pour attribuer un âge à l'individu :

- la date de capture ;
- la date de naissance individuelle ;
- les marques de croissance considérées ;
- la nature du bord de la pièce calcifiée.

Par convention, la date de naissance est fixée au 1^{er} janvier comme date de naissance pour tous les individus (Williams & Bedford, 1974). La conversion d'un comptage de marques de croissance en une valeur d'âge estimé implique de mettre en relation la date de formation des marques considérées avec la date de capture individuelle et la date de naissance (Fig. 4).

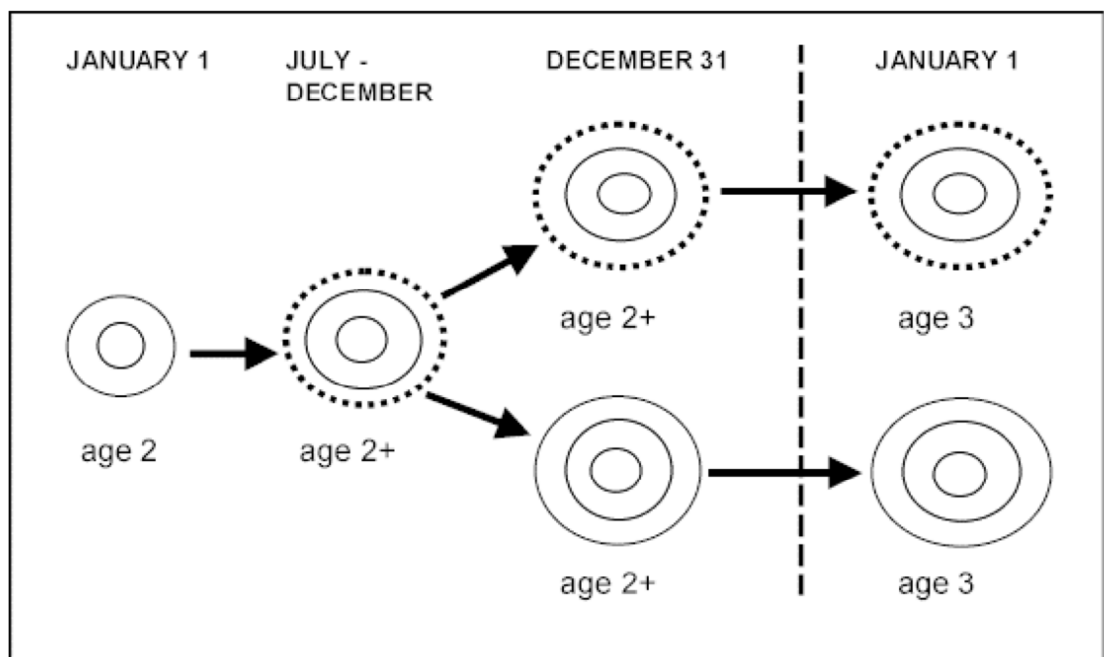


Figure 4 : Schéma représentant un otolithe montrant des étapes de croissance à partir du 1^{er} janvier durant 1 an. Les lignes noires pleines représentent les anneaux translucides qui alternent avec des zones blanches larges représentant des zones opaques. Les lignes en pointillées indiquent un anneau opaque inachevée. Ce schéma présente les différentes possibilités observables au cours d'une année à compter du 1^{er} janvier (In Anonyme, 2006).

Ainsi, l'estimation d'âge d'un individu peut être calculée à partir des tables de décision suivantes (Tab. 1 In Bellail, 2005).

Tableau 1 : Dénombrement de n zones translucides, y compris le bord. Le comptage commence à 1 (1^{ère} zone translucide saisonnière déposée après la zone opaque de l'année de naissance).

<i>Nature du bord</i>	<i>Trimestre 1</i>	<i>Trimestre 2</i>	<i>Trimestre 3</i>	<i>Trimestre 4</i>
<i>Translucide large</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = $n-1$¹</i>	<i>Age = $n-1$</i>
<i>Translucide étroit</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = $n-1$</i>	<i>Age = $n-1$</i>
<i>Opaque large</i>	<i>Age = $n+1$</i>	<i>Age = $n+1$</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = n</i>
<i>Opaque étroit</i>	<i>Age = $n+1$</i>	<i>Age = $n+1$</i>	<i>Age = n</i>	<i>Age = n</i>

Chaque année est ainsi associé ce que l'on appellera un groupe d'âge. Le groupe d'âge 0 (G0) correspond aux animaux de moins d'un an. Le groupe 1 (G1) désigne les animaux ayant plus d'un an et moins de deux...

2.3.2. Particularités chez les petits pélagiques

2.3.2.1. Anchois

- ✓ Il est à noter qu'il peut être observé à l'automne des poissons du groupe 0 mesurant 14-15 cm et au printemps (lors de la campagne Pelgas) des individus mesurant entre 10 et 15 cm appartenant au groupe 1. C'est pour cela que la taille n'est pas un très bon critère pour différencier les groupes d'âge. De plus, il est important de réaliser des clés taille/âge séparées entre le printemps et l'automne car les intervalles de taille des groupes d'âge peuvent être bien différents.
- ✓ L'observation des structures d'âge dans le rostre (souvent utilisé pour d'autres espèces) de l'otolithe souvent induit un biais car cette zone de l'otolithe peut présenter de nombreux checks ou faux anneaux.
- ✓ L'observation des structures d'âge dans la partie postérieure des otolithes peut aussi montrer des checks avant le premier anneau de croissance et une marque de frai juste après le 1^{er} anneau de croissance (Fig. 5)

¹ L'indécision est levée en comparant la largeur de l'accroissement marginal avec la zone homologue qui la précède, en ayant enregistré l'allure de la croissance des otolithes pendant le premier semestre de l'année considérée ou en ayant examiné auparavant les otolithes prélevées en fin d'année.



Figure 5 : Otolithe d'anchois montrant un check (X) avant le premier anneau de croissance (O).

- ✓ Le pic de croissance chez l'anchois est extrêmement marqué pendant les 2 mois d'été que sont Juillet et Août ce qui traduit l'anneau opaque pendant cette période.
- ✓ La position du 1^{er} anneau de croissance se situe en moyenne entre 0.8 et 1.2 mm et celle du 2^{ème} anneau de croissance est située entre 1.3 et 1.5 mm du *nucleus*. La croissance lors de la première année de vie chez l'anchois est en général beaucoup plus élevée que toutes les autres années de vie. De la même façon, en fin de trimestre 3 (septembre), il ne faudra pas être surpris par la nature du bord, certains individus ayant stoppé leur croissance, alors que d'autres la poursuivent.

- ✓ Il est à noter sur certains individus qu'on peut observer des exceptions montrant un phénomène de « croissance retardée » avec un premier anneau anormalement proche du *nucleus* (0.7 mm) mais un deuxième anneau de croissance à une distance classique du *nucleus* (1.4 mm) (Fig. 6). Ceci traduirait une croissance faible lors de la première année de vie qui est « rattrapée » lors de la deuxième année de vie.

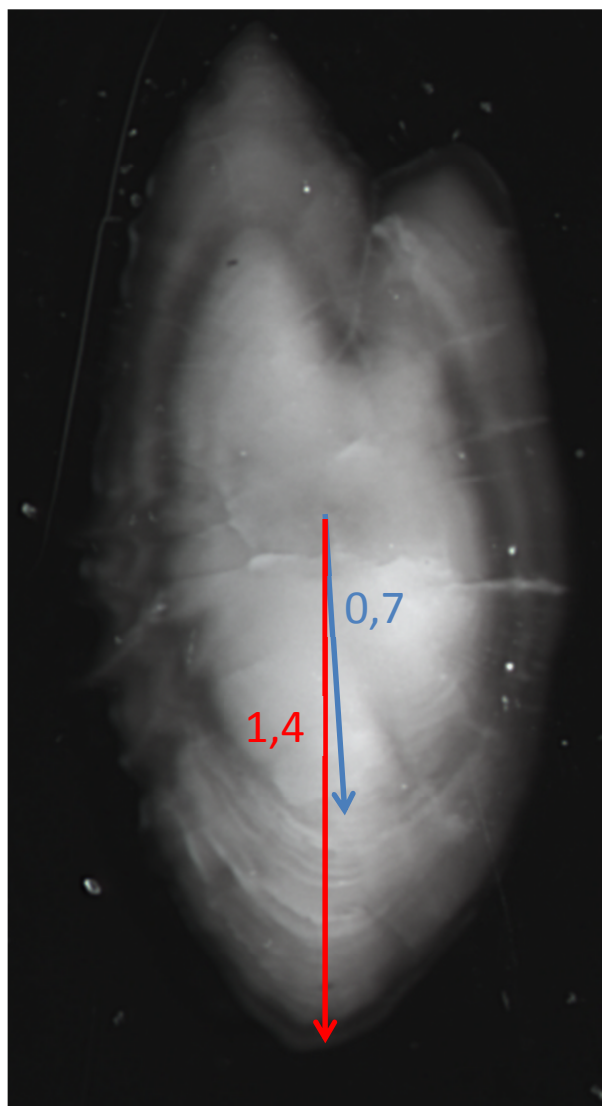


Figure 6 : Otolithe d'anchois montrant le phénomène de « croissance retardée ».

2.3.2.2. Sardine

- ✓ L'observation des structures d'âge dans le rostre (souvent utilisé pour d'autres espèces) de l'otolithe souvent induit un biais car cette zone de l'otolithe peut présenter de nombreux checks ou faux anneaux.
- ✓ La position du 1^{er} anneau de croissance se situe en moyenne entre 0.8 et 1.2 mm et celle du 2^{ième} anneau de croissance est située entre 1.3 et 1.5 mm du *nucleus*.

- ✓ Il est à noter sur certains individus qu'on peut observer des exceptions montrant un phénomène de « croissance retardée » avec un premier anneau anormalement proche du *nucleus* (0.6 mm) mais un deuxième anneau de croissance à une distance classique du *nucleus* (1.4 mm) (Fig. 7). Ceci traduirait une croissance faible lors de la première année de vie qui est « rattrapée » lors de la deuxième année de vie.

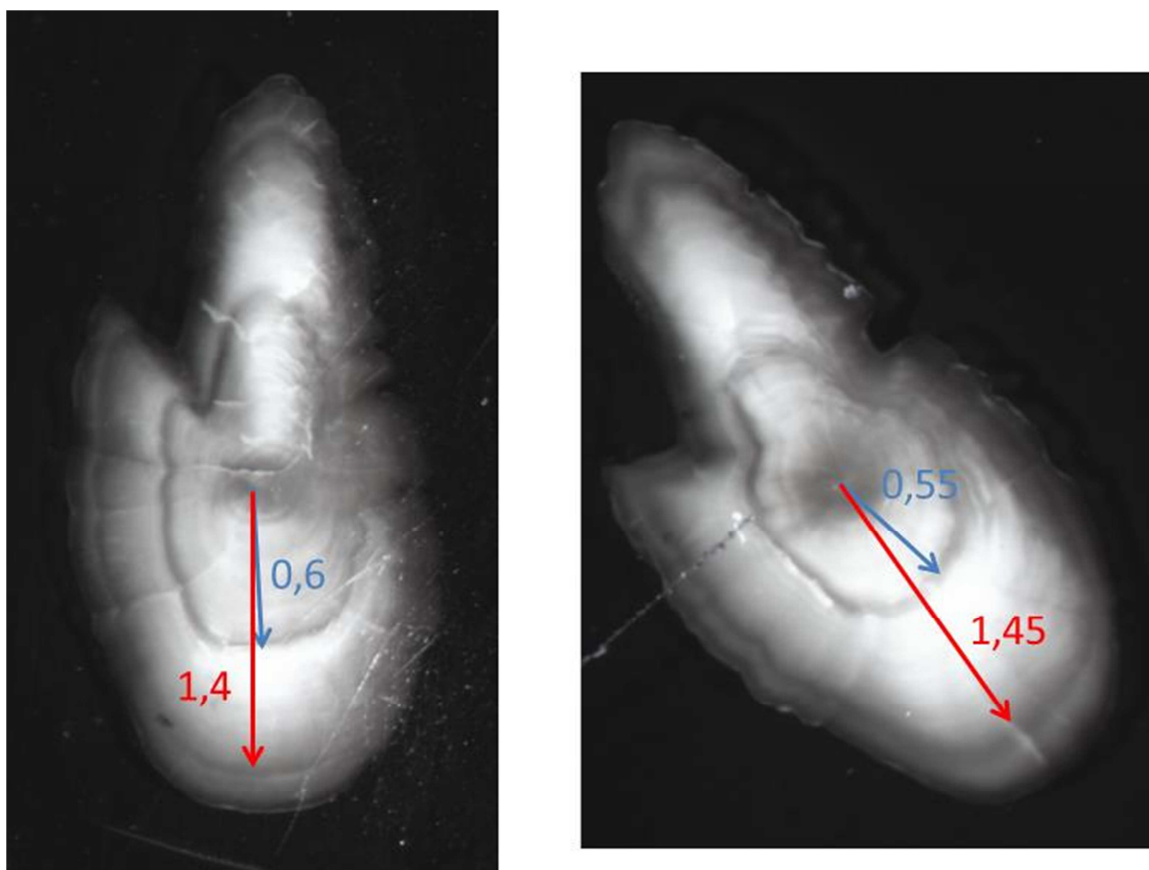


Figure 7 : Otolithe de sardines montrant le phénomène de « croissance retardée ».

- ✓ Chez certains poissons, la position du 1^{er} anneau de croissance très proche du *nucleus* (Fig. 7) peut aussi traduire une différence de période de ponte car si la ponte des anchois est toujours au printemps, chez la sardine, il y a une période de ponte principale au printemps mais aussi une deuxième période de ponte plus tardive en automne (octobre) expliquant dans ce cas un anneau de croissance très proche du *nucleus* car cette croissance ne représente qu'une partie de l'année et non une année complète. Ainsi, cet anneau est bien considéré comme un anneau de croissance.
- ✓ Pour les deux espèces mais particulièrement pour la sardine, il convient d'être prudent avec la nature du bord notamment en début de trimestre 3 (début juillet). En effet, certains individus des âges 3 et plus ne reprennent leur croissance que courant juillet, ayant alloué l'essentiel de leur énergie au printemps à la reproduction, dont la durée est longue pour ces espèces ("batch-spawner").

3. Qualité des images calibrées

La qualité des images est très importante pour ne pas ajouter un biais dans l'interprétation des otolithes. Cependant, en comparant les lectures d'Erwan Duhamel à partir d'une loupe binoculaire et directement à partir des images, il n'y a pas de différences significatives entre les 2 lectures et pour les 2 espèces. Ainsi, l'utilisation des images d'otolithes n'apporte pas de biais.

Les images doivent être impérativement calibrées pour pouvoir utiliser les mesures comme aide à l'interprétation. De plus, il est essentiel qu'un seul grossissement soit utilisé de façon à ne pas induire l'œil en erreur sur les différences de taille d'otolithes.

4. Mode de préparation des otolithes

Il est à noter qu'il y a des différences très marquées entre les otolithes inclus directement dans la résine et ceux observés dans de l'eau (Fig. 8). Ces différences ne semblent pas affectées la qualité de lecture mais il est recommandé de ne pas mélanger ces 2 modes de préparations lors de l'analyse d'un set d'images. Il est également à noter que certains otolithes préparés dans l'eau avaient été immergés trop longtemps, ce qui réduit fortement le contraste et défavorise leur interprétation. Quand les otolithes ne sont pas plongés dans l'eau trop longtemps, la différence essentielle entre la préparation à la résine et dans l'eau est que les faux jours (reflets) sont absents pour cette dernière technique.

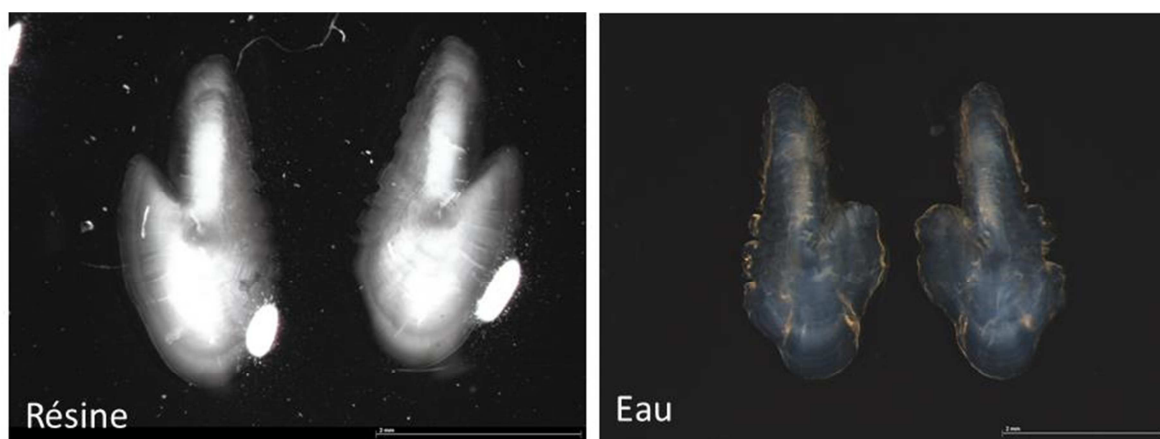


Figure 8 : Otolithe de sardines observés inclus dans la résine et dans de l'eau.

5. Exercice d'inter-calibration lors de l'échange

5.1. Anchois

Les résultats des lectures (n=136) ne montrent pas de différences significatives entre lecteurs avec un pourcentage d'agrément total de 83.5% et un coefficient de variation de 16.9% (Tab. 2 & 3 et Fig. 9). Ainsi, il n'y a pas de biais entre les lectures.

Tableau 2 : Analyse des résultats sur 50 images d'anchois (première lecture) avec le Coefficient de Variation, le Pourcentage d'Agrément et le Biais Relatif par lecteur et pour tous les lecteurs.

LECTEURS	Céline	Geoffrey	Erwan	Erwan
Mode d'observation	images	images	loupe binoculaire	images
Coefficient de Variation (%)	23,69%	26,67%	33,77%	21,59%
Pourcentage d'Agrément (%)	86,76%	80,88%	77,94%	88,24%
Biais Relatif	0,06	-0,04	0,03	0,04

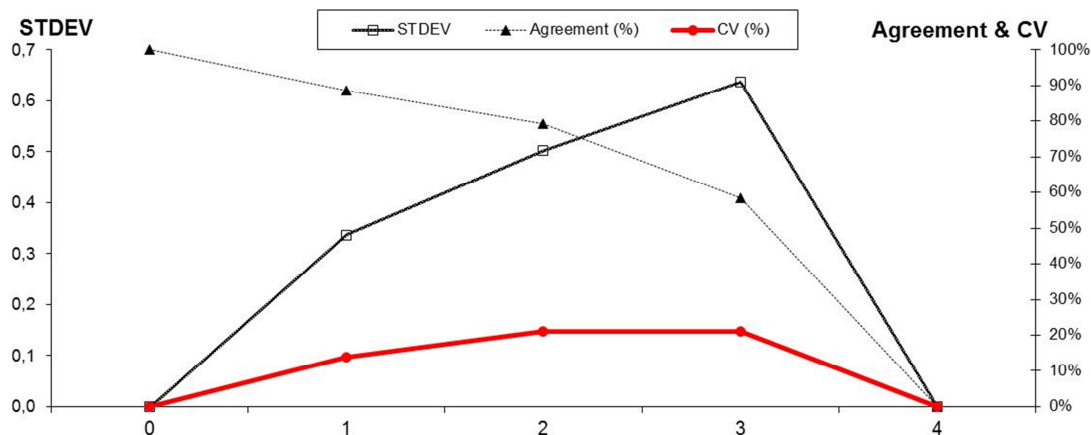


Figure 9 : Analyse des résultats sur 50 images d'anchois (première lecture) avec Déviation standard, Coefficient de Variation et Pourcentage d'Agrément par groupe d'âge.

Tableau 3 : Test du biais entre lecteurs (- : pas de biais ; * : possibilité de biais ; ** : biais certain).

	Age CC	Age GBD	Age ED 1	Age ED 2
Age CC				
Age GBD	—			
Age ED 1	—	—		
Age ED 2	—	—	—	
MODAL age	—	—	—	—

5.2. Sardine

Les résultats des lectures (n=140) des otolithes de sardines montrent des différences importantes avec un pourcentage d'agrément total de 73.8% et un coefficient de variation de 35.2% (Tab. 4 & 5 et Fig. 10).

Tableau 4 : Analyse des résultats sur 50 images de sardine avec le Coefficient de Variation, le Pourcentage d'Agrément et le Biais Relatif par lecteur et pour tous les lecteurs.

LECTEURS	Erwan	Geoffrey	Céline	Erwan
Mode d'observation	loupe binoculaire	images	images	images
Coefficient de Variation (%)	0,97%	12,02%	22,07%	4,57%
Pourcentage d'Agrément (%)	96,92%	79,29%	35,71%	96,43%
Biais Relatif	0,00	-0,17	0,16	0,01

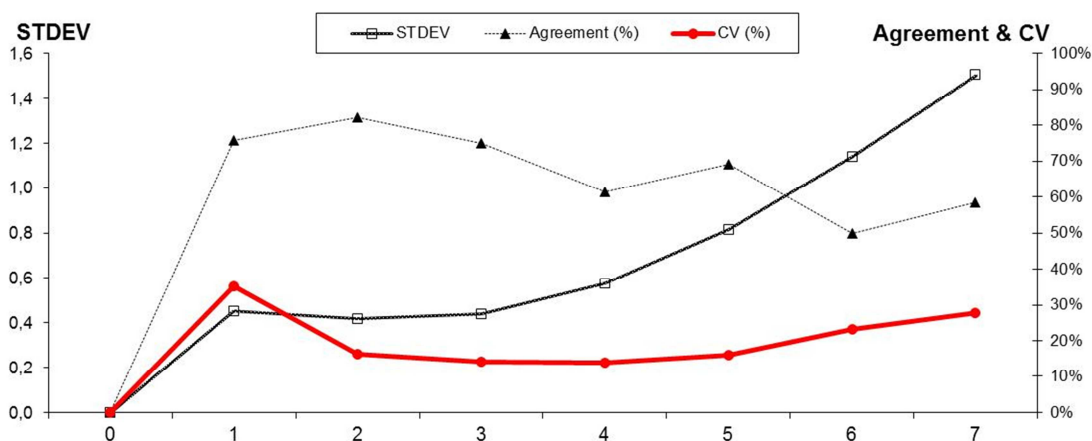


Figure 10 : Analyse des résultats sur 50 images de sardine avec Déviation standard, Coefficient de Variation et Pourcentage d'Agrément par groupe d'âge.

Tableau 5 : Test du biais entre lecteurs (- : pas de biais ; * : possibilité de biais ; ** : biais certain).

	Age_ED 2	Age_GBD	Age_CC	Age_ED 3
Age_ED 2				
Age_GBD	* *			
Age_CC	* *	* *		
Age_ED 3	—	* *	* *	
MODAL age	* *	* *	* *	* *

6. Problèmes rencontrés lors de l'interprétation

6.1. Anchois

Lors des discussions sur l'anchois, les quelques images montrant des différences d'estimation d'âge résultent en grande partie sur la nature du bord, la présence de checks avant le premier anneau de croissance et enfin les otolithes présentant un premier anneau de croissance très proche du *nucleus*. Les différences étant très minimales, il n'a pas été décidé de faire une seconde lecture lors de l'atelier.

6.2. Sardine

Lors des discussions sur la sardine, les différences d'estimation d'âge résultent en grande partie sur le fait d'avoir utilisé le rostre comme zone de lecture comme chez le hareng et le fait d'avoir sous-estimé les anneaux de croissance près du bord pour les individus âgés. Ce sont en règle générale des différences régulières et donc qui influencent fortement les résultats mais qui sont relativement faciles à corriger. Une seconde lecture a ensuite été réalisée par les 3 lecteurs.

7. Exercice d'inter-calibration lors de l'atelier

Après les résultats des échanges concernant l'anchois et la sardine, seul le set d'images de sardines a été relu de façon à pouvoir comparer aussi les différences intra-lecteurs.

En comparant les résultats des 3 lecteurs à partir des images, la précision a fortement augmentée passant d'un pourcentage d'agrément de 71.7% à 89% et un CV de 36% à 9% (Tab. 6 & 7). Ceci se traduit par des estimations d'âge réalisées par Erwan et Geoffrey sans biais dû au lecteur (Tab. 6 & 7). Céline présente encore un biais avec les 2 autres lecteurs mais celui-ci a bien diminué.

Tableau 6 : Analyse des résultats sur 20 images d'anchois (seconde lecture) avec le Coefficient de Variation, le Pourcentage d'Agrément et le Biais Relatif par lecteur et pour tous les lecteurs.

LECTEURS	Céline	Geoffrey	Erwan
Coefficient de Variation (%)	22.8%	13.3%	5.1%
Pourcentage d'Agrément (%)	80.1%	91.5%	95.7%
Biais Relatif	0.17	0,03	-0.01

Tableau 7 : Test du biais entre lecteurs (- : pas de biais ; * : possibilité de biais ; ** : biais certain).

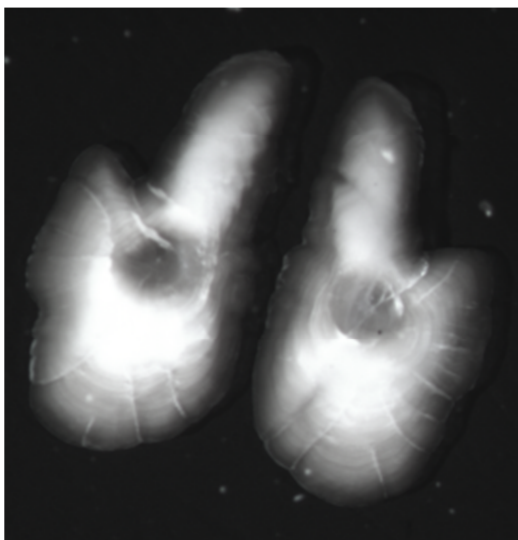
	age ED 3bis	Age2_gbd	Age 2 CC
age ED 3bis			
Age2_gbd	—		
Age 2 CC	* *	*	
MODAL age	—	—	* *

8. Exemple d'otolithes interprétés

8.1.1. Sardine

8.1.1.1. Semestre 1

Début mai



Fin mai

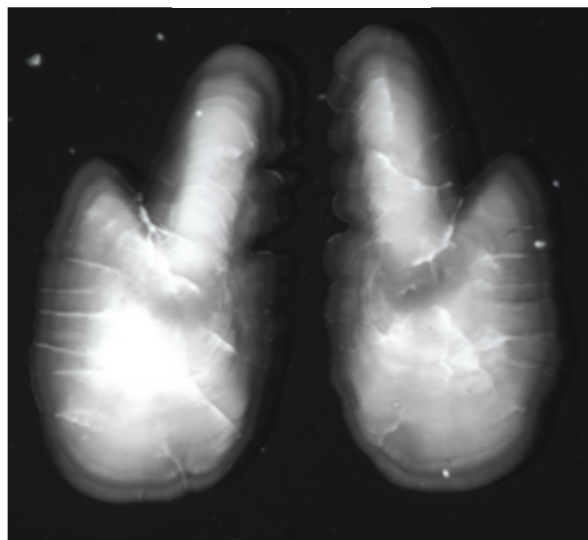


Figure 11 : Sardine du groupe d'âge 1.

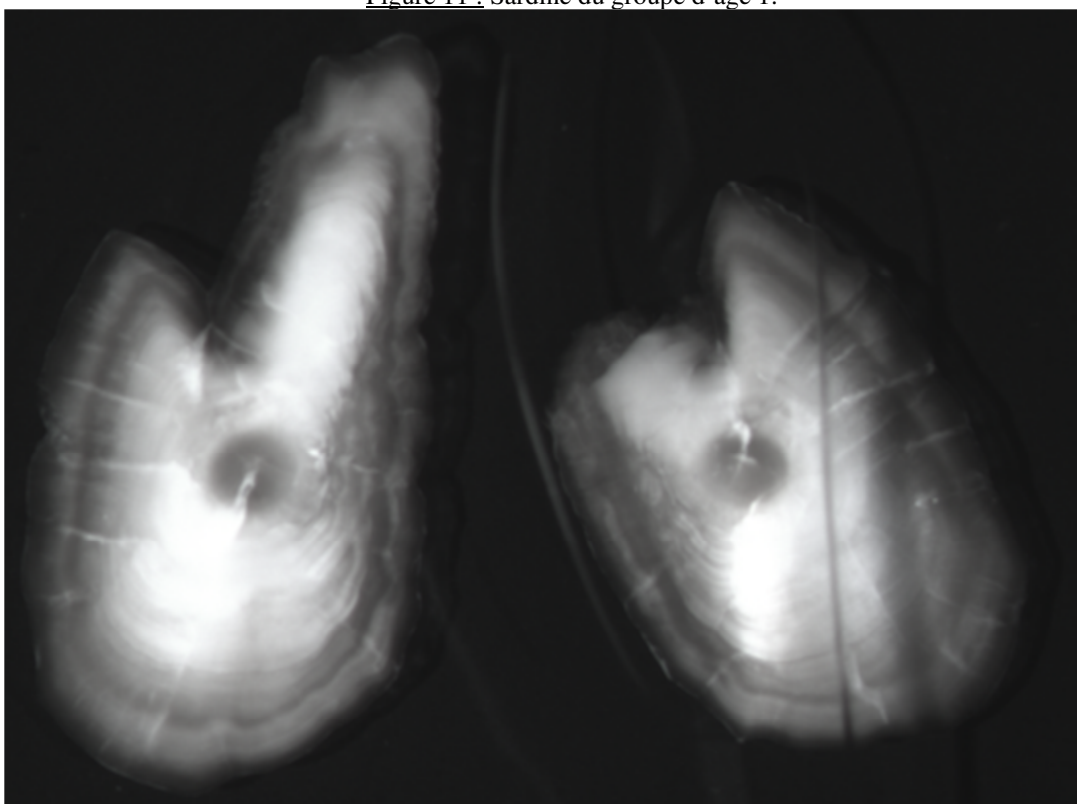


Figure 12 : Sardine du groupe d'âge 2.

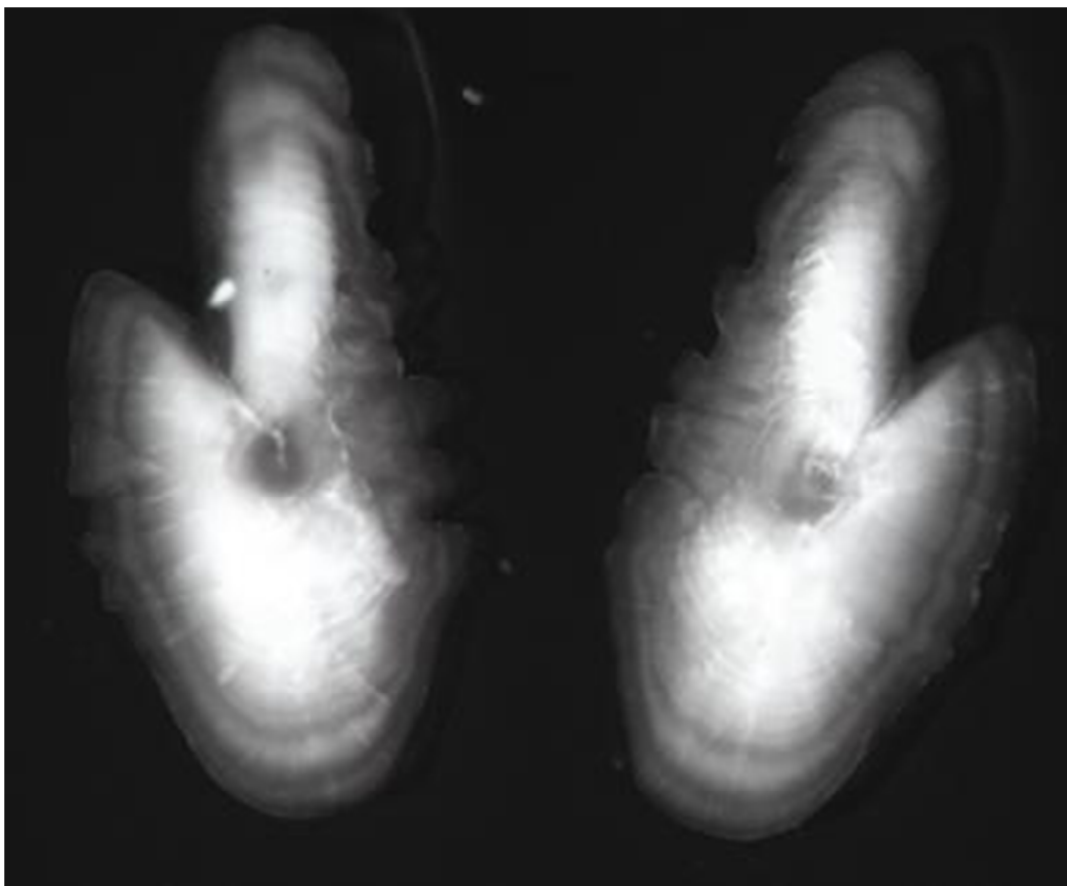


Figure 13 : Sardine du groupe d'âge 3.

8.1.1.2. Semestre 2



Figure 14 : Sardine du groupe d'âge 1.

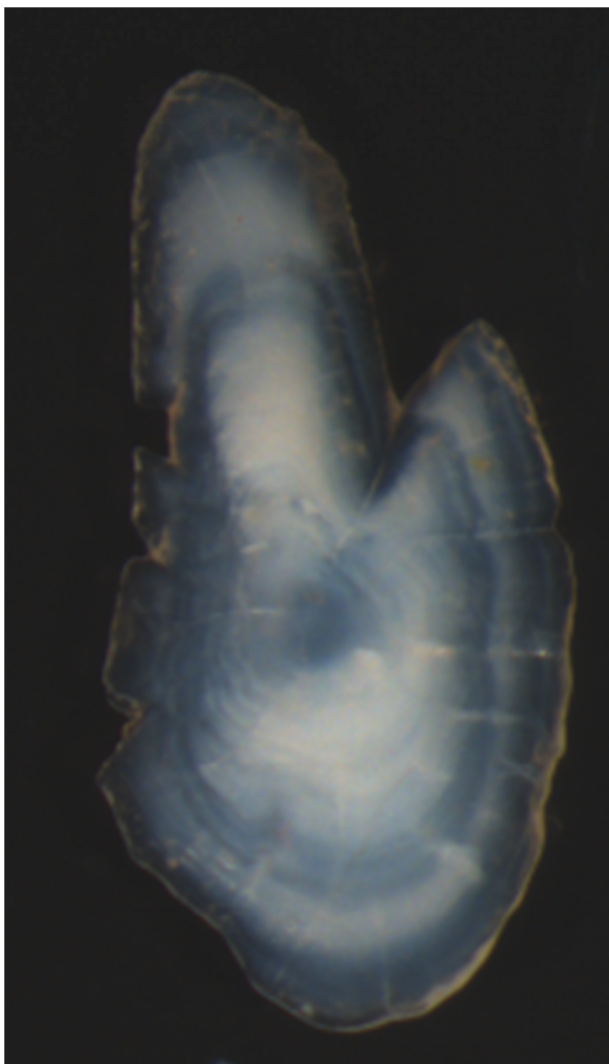


Figure 15 : Sardine du groupe d'âge 2.

8.1.2. Anchois

8.1.2.1. Semestre 1

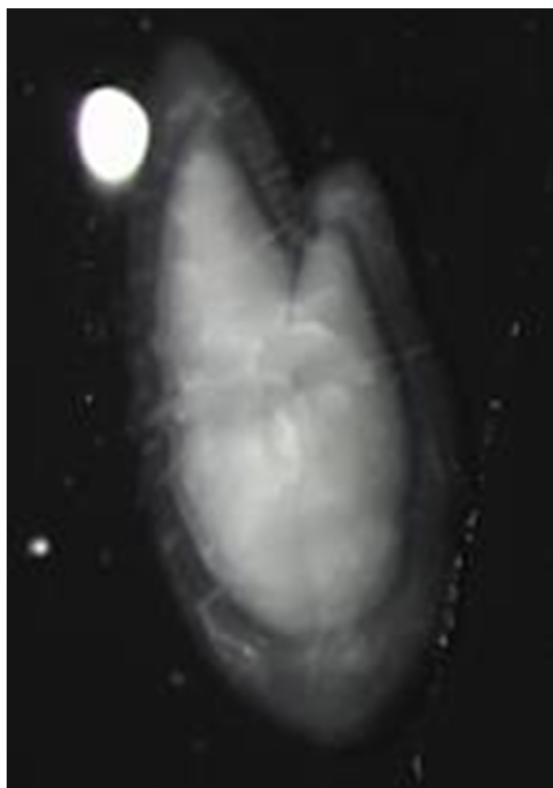


Figure 16 : Anchois du groupe d'âge 1.

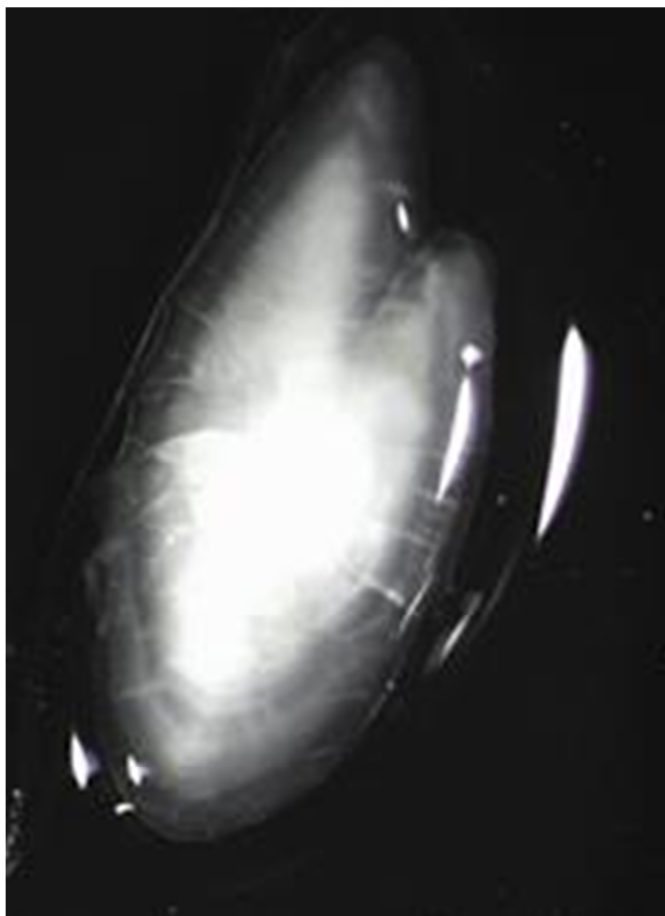


Figure 17 : Anchois du groupe d'âge 2.

8.1.2.2. Semestre 2

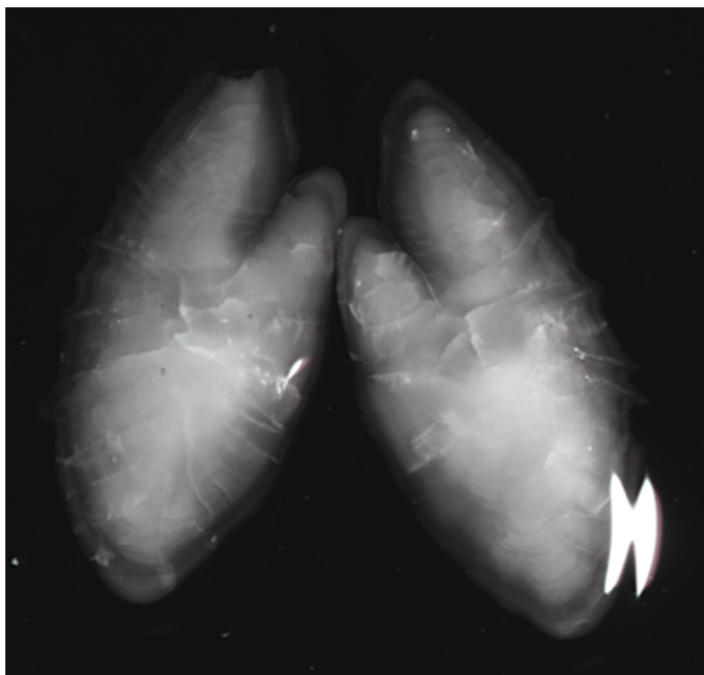


Figure 18 : Anchois du groupe d'âge 1.

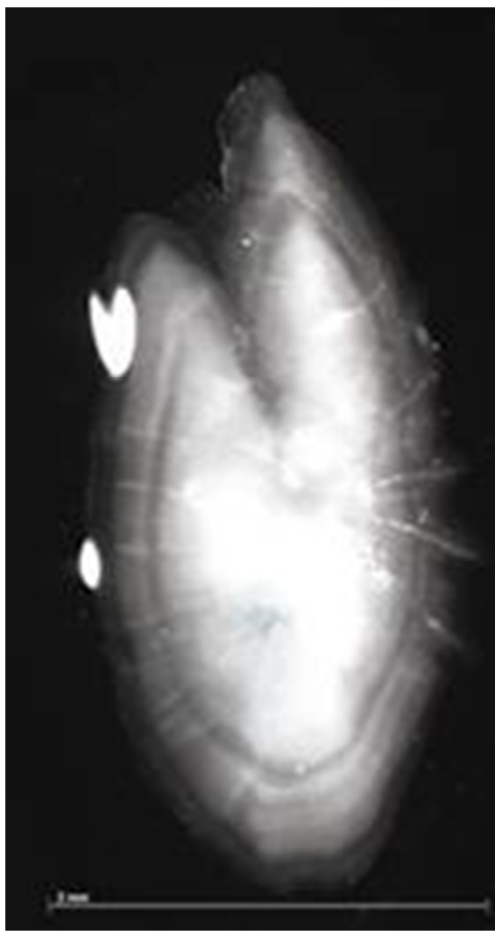


Figure 19 : Anchois du groupe d'âge 2.

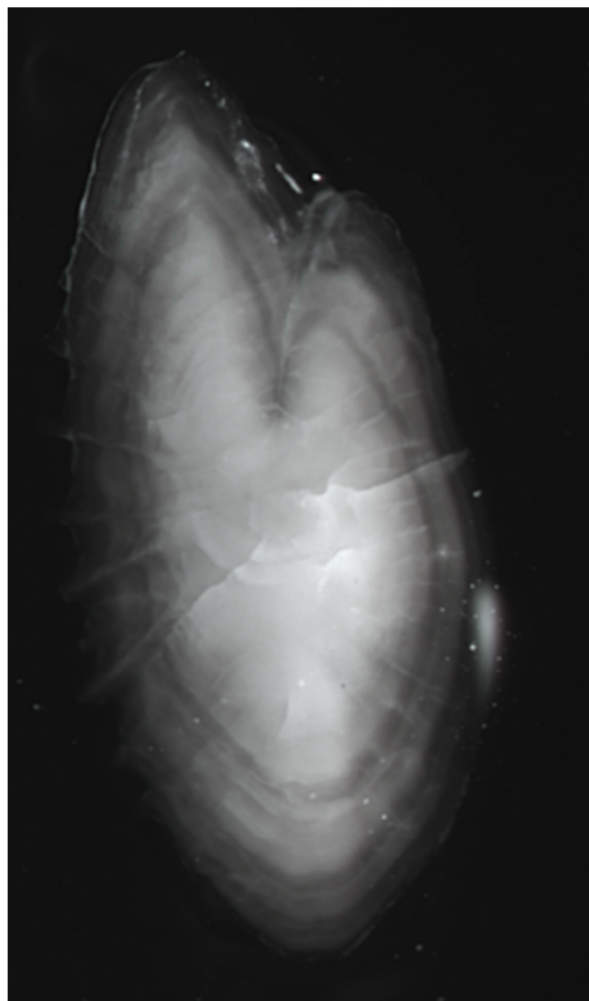


Figure 20 : Anchois du groupe d'âge 3.

9. Conclusion

Cet atelier a permis de calibrer les lectures entre Erwan Duhamel (lecteur d'anchois et de sardines du golfe de Gascogne) et Geoffrey Bled Defruit et Céline Chantre (lecteurs du pôle de Sclérochronologie). Les discussions ont permis d'identifier les problèmes d'estimation d'âge et de corriger les écarts entre lecteurs. En comparant les résultats des 3 lecteurs à partir des images de sardines, la précision a fortement augmentée entre la première lecture lors de l'échange et la deuxième lecture lors du workshop passant d'un pourcentage d'agrément de 71.7% à 89% et un CV de 36% à 9%. Ceci se traduit par des estimations d'âge pour la sardine réalisées par Erwan et Geoffrey sans biais dû au lecteur. En ce qui concerne l'anchois, les résultats des lectures dès la première lecture lors de l'échange ne montrent pas de différences significatives entre lecteurs avec un pourcentage d'agrément total de 83.5% et un coefficient de variation de 16.9%. Ainsi, il n'y a pas de biais entre les 3 lectures. Ce rapport d'atelier se veut être un support pour l'interprétation des otolithes de ces deux espèces.

10. Bibliographie

Anonyme, 2006. Manual on Generalized Age determination : Procedures on Groundfish, *Committee of Age Reading Experts*. 57p.

Bellail, R., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du merlan en mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Avril 2005, *Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient*, 38p.

ICES. 2017. Report of the Workshop on Age estimation of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). WKARA2 2016 Report 28 November - 2 December 2016. Pasaia, Spain. ICES CM 2016/SSGIEOM:17. 223 pp.

Panfili, J., Pontual, H. (de), Troadec, H. & Wright, P.J. (eds.), 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons. Coédition *Ifremer-IRD*, 464p.

Williams, T. & Bedford, B.C., 1974. The use of otoliths for age determination. In The ageing of fish (Bagenal, T.B., ed.) In : T.B. Bagenal (Eds.) Ageing of Fish. *Proceedings of an International Symposium. Old Workings Surrey England Unwin Brothers*. 114-123.