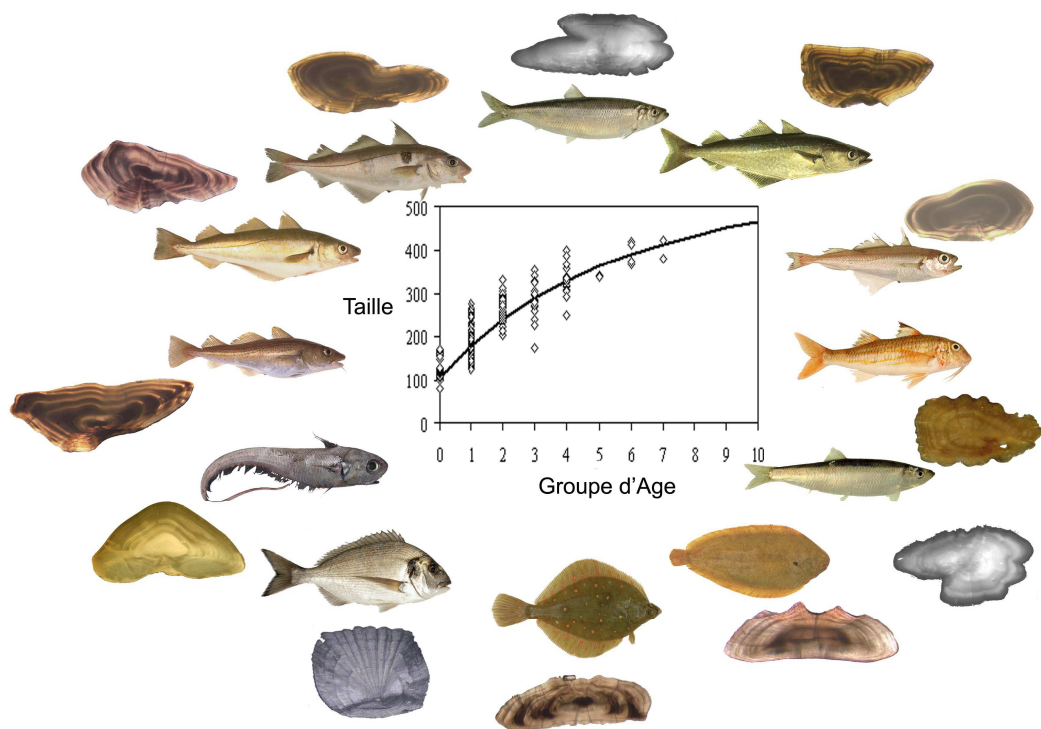


Kélig Mahé, Robert Bellail, Jean Louis Dufour, Anne Boiron-Leroy, Joël Diméet, Erwan Duhamel, Romain Elleboode, Jérôme Félix, Patrick Grellier, Jérôme Huet, Jacques Labastie, Didier Le Roy, Océann Lizaud, Marie Line Manten, Stéphane Martin, Luisa Metral, Daniel Nédelec, Yves Vérin, Vincent Badts

Avril 2009 – V.1

Synthèse française des procédures d'estimation d'âge





Synthèse françaises des procédures d'estimation d'âge

Pour tout renseignement sur ce sujet, vous pouvez contacter :

Kélig Mahé : Kelig.Mahe@ifremer.fr

Version	Date	Commentaires
1.0	Avril 2009	Création

Rédigé/révisé par :	Vérifié par :	Approuvé par :
Nom : Kélig Mahé Fonction : Responsable Pôle de Sclérochronologie Emargement : 	Nom : Kélig Mahé Fonction : Responsable Qualité du laboratoire RBE-HMMM-LRHBL Emargement : 	Nom : Paul Marchal Fonction : Chef du laboratoire RBE-HMMM-LRHBL Emargement : 
Date : 15/09/2009	Date : 16/11/2016	Date : 16/11/2016

sommaire

1. Introduction.....	5
2. Pièces calcifiées utilisées.....	9
3. Echantillonnage.....	12
3.1. Echantillonnage en mer.....	12
3.2. Echantillonnage des débarquements commerciaux.....	12
4. Types de prélèvement.....	13
4.1. Prélèvement d'otolithes.....	13
4.1.1. Coupe frontale.....	13
4.1.2. Coupe transversale.....	15
4.1.3. Coupe ventrale.....	16
4.2. Prélèvement des écailles.....	16
4.3. Prélèvement de l'illicium.....	17
5. Conservation des pièces calcifiées.....	18
6. Paramètres biologiques associées.....	19
7. Envoi de pièces calcifiées.....	20
8. Types de préparation.....	20
8.1. Entier.....	20
8.1.1. Ecailles.....	20
8.1.1.1. Le bar.....	21
8.1.1.2. La daurade royale.....	22
8.1.2. Otolithes.....	23
8.1.2.1. Les petits pélagiques.....	23
8.1.2.2. Les poissons plats.....	24
8.2. Brûlé.....	25
8.3. Coupé.....	26
8.3.1. Le matériel.....	27
8.3.1.1. La résine.....	27
8.3.1.2. Les moules.....	27
8.3.1.3. La scie.....	28
8.3.2. Les étapes de la coupe.....	30
8.3.2.1. Inclusion.....	30
8.3.2.2. Coupe.....	31
8.3.2.3. Coloration.....	33
8.4. Bilan de la préparation par espèce.....	34
9. Techniques d'observation.....	34
9.1. Traitement Numérique des Pièces Calcifiées.....	35
9.2. Liquide d'observation.....	37
9.3. Grossissement.....	38
9.4. Lumière.....	38

10. Description des structures observables.....	39
10.1. Identification des structures.....	40
10.2. Interprétation des structures	40
10.3. Exemples	42
10.3.1. Merlan	42
10.3.2. Cardine	43
10.3.3. Daurade royale	46
10.3.4. Eglefin	48
10.3.5. Lieu noir	50
10.3.6. Rouget barbet	50
11. Fourniture et archivage des estimations d'âge	52
11.1. Estimation d'âge et paramètres biologiques associés.....	52
11.2. Images calibrées et interprétées	53
12. Qualité des lectures	53
12.1.1. Binôme de lecteurs français par stock.....	53
12.1.2. Echanges et Workshops européens	54
12.1.3. Validation de la formation de l'anneau de croissance	57
12.1.3.1. Rouget barbet de roche.....	57
12.1.3.2. Merlan	58
12.1.3.3. Sardine.....	60
13. Conclusion.....	62
Bibliographie	63
Table des illustrations	66
Annexe 1 : Fiches synthétiques sur le mode de préparation et l'interprétation de pièces calcifiées de plusieurs espèces	69

1. Introduction

L'estimation de l'âge des poissons est l'un des éléments les plus importants dans l'étude de leur dynamique de population. Elle forme la base pour des calculs menant à une connaissance de la croissance, de la mortalité, du recrutement et d'autres paramètres fondamentaux de leurs populations (Laurec & Le Guen, 1981).

Pour connaître la dynamique d'une population, il est nécessaire d'étudier la pyramide des âges ou, selon l'expression consacrée mais étymologiquement impropre, la structure démographique. Connaissant la période de reproduction, il est possible de distinguer aisément des groupes d'animaux nés la même année. A 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 ans.

Au niveau européen, la gestion durable des stocks nécessite la fourniture chaque année, d'un très grand nombre de données par tous les pays européens ayant une activité de pêche selon la réglementation de collecte de données pour la Pêche (DCR : Data Collection Regulation). Ainsi, plus de 40 000 pièces calcifiées sont analysées chaque année dans le cadre du programme SIDEPECHE (Systèmes d'information et techniques d'observation, économie et diagnostic de l'évolution des ressources et de leurs usages).

La procédure d'estimation de l'âge décrit toutes les étapes techniques du prélèvement des pièces calcifiées jusqu'à la fourniture de clé tailles/âges aux groupes de travail européens. Celle-ci est spécifique à chaque espèce voire à chaque population. Dans le cadre d'une démarche Qualité au sein de l'Ifremer (projet MEQUAPRO : Méthode, Qualité, PROduit), les lecteurs de pièces calcifiées ont rédigé des protocoles techniques, d'analyse et d'habilitation¹. Ce rapport est une synthèse de tous ces documents :

Bellail, R., 2005. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de la morue en mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Mars 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 19p.

Bellail, R., 2005. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du merlan en mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Septembre 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 18p.

Bellail, R., 2005. Habilitation des lecteurs de pièces calcifiées pour l'estimation de l'âge individuel de morues de mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Mars 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 17p.

Bellail, R., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la morue en mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Mars 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 35p.

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.

Bellail, R., 2006. Habilitation des lecteurs de pièces calcifiées pour l'estimation de l'âge individuel de merlan de mer celtique (Divisions CIEM VIIe-k), Février 2006, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 18p.

¹ site intranet :

http://w3.ifremer.fr/isih/affichagePageStatique.do?page=collecte_donnees/echantillonnage_terre/sclerchronologie/sclerchronologie.htm

- Dufour, J.L., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) de mer du Nord (Divisions CIEM IVb,c), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 18p.
- Dufour, J.L., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du lieu noir (*Pollachius virens*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVa), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 19p.
- Dufour, J.L., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du merlan (*Merlangius merlangus*) en mer du Nord et Manche Est (Divisions CIEM IVb, IVc, VIId), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 20p.
- Dufour, J.L., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de la morue (*Gadus morhua*) de mer du Nord et Manche orientale, Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 18p.
- Dufour, J.L., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du tacaud norvégien (*Trisopterus esmarki*) de mer du Nord (Divisions CIEM IVb, c), Octobre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 18p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVb,c), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 28p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du lieu noir (*Pollachius virens*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVa), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 35p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du merlan (*Merlangius merlangus*) en mer du Nord et Manche Est (Divisions CIEM IVb, IVc, VIId), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 37p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la morue (*Gadus morhua*) de mer du Nord et Manche orientale, Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 31p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du merlu (*Merluccius merluccius*) de Méditerranée, Octobre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 28p.
- Dufour, J.L., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du tacaud norvégien (*Trisopterus esmarki*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVb, c), Octobre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 24p.
- Duhamel, E., 2005. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de l'anchois du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIIa-b), Avril 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 14p.
- Duhamel, E., 2005. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de la sardine du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIIa-b), Avril 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 13p.
- Duhamel, E., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la sardine du golfe de Gascogne (divisions VIIIa-b), Mars 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 23p.
- Duhamel, E., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de l'anchois du golfe de Gascogne (divisions VIIIa-b), Mars 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 22p.
- Duhamel, E., 2006. Habilitation des lecteurs de pièces calcifiées pour l'estimation de l'âge individuel de la sardine du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIIa-b), Février 2006, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 23p.

Elleboode, R., 2007. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la Daurade royale (*Sparus aurata*) en Méditerranée (Golfe du lion, Division CIEM 37.1.2), Août 2007, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 19p.

Gaudou, O., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de l'églefin en mer celtique (Divisions CIEM VIIb-k), Avril 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 26p.

Huet, J. & Martin, S., 2008. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du bar (*Dicentrarchus labrax*) du stock Manche Est (Division VIId), du stock Manche Ouest - mer Celtique (Division CIEM VIIe, h) et du stock golfe de Gascogne (Division CIEM VIIIa, b), Mai 2008, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Brest, 13p.

Huet, J. & Morizur, Y., 2008. Analyse d'estimation de l'âge individuel du bar (*Dicentrarchus labrax*) du stock Manche Est (Division CIEM VIId), stock Manche Ouest - mer Celtique (Division CIEM VIIe, h) et du stock golfe de Gascogne (Division CIEM VIIIa, b), Mai 2008, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Brest, 11p.

Le Roy, D., Analyse d'estimation de l'âge individuel du rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche orientale et sud mer du Nord (divisions CIEM VIId et IVc), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 21p.

Le Roy, D., Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche orientale et sud mer du Nord (divisions CIEM VIId et IVc), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 20p.

Lizaud, O., 2008. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*) de mer Celtique et du golfe de Gascogne (Divisions VII g, h, j et VIII a,b du CIEM), Novembre 2008, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 27p.

Louis, W., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du grenadier de roche (*Coryphaenoides rupestris*) en Atlantique Nord Boréal, Octobre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 22p.

Louis, W., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du grenadier de roche (*Coryphaenoides rupestris*) en Atlantique Nord Boréal, Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 23p.

Manten, M.L., Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de la plie (*Pleuronectes platessa*) en mer du Nord et Manche Est (Divisions CIEM IVb, IVc, VIId), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 16p.

Manten, M.L., Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel de la sole de mer du Nord et manche Est (Divisions CIEM IVb,c et VIId), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 17p.

Manten, M.L., Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la plie (*Pleuronectes platessa*) en mer du Nord et Manche Est (Divisions CIEM IVb, IVc, VIId), Octobre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 31p.

Manten, M.L., Protocole technique d'estimation de l'âge individuel de la sole (*Solea solea*) en mer du Nord et Manche Est (Divisions CIEM IVc, VIId), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 26p.

Nédelec, D., 2005. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge individuel du lieu noir de l'Ouest de l'Ecosse (Division CIEM VI a), Mai 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH, Lorient 27p.

Nédelec, D., 2005. Habilitation des lecteurs de pièces calcifiées pour l'estimation de l'âge individuel du lieu noir de l'Ouest de l'Ecosse (Division CIEM VI a), Mai 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 7p.

Nédelec, D., 2005. Protocole technique d'estimation de l'âge individuel du lieu noir de l'ouest de l'Ecosse (Division CIEM VI a), Mai 2005, Rapport interne Ifremer : STH/LBH Lorient, 28p.

Verin, Y. & Le Roy, D., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge du hareng (*Clupea harengus harengus*) en Manche Est et mer du Nord (Divisions CIEM IVa-b-c et VIId), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 10p.

Verin, Y. & Le Roy, D., 2006. Analyse de la méthode d'estimation de l'âge du sprat (*Sprattus sprattus sprattus*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVa-b-c), Novembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 10p.

Verin, Y. & Le Roy, D., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge du hareng (*Clupea harengus harengus*) en Manche Est et mer du Nord (Divisions CIEM IVa-b-c et VIId), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 16p.

Verin, Y. & Le Roy, D., 2006. Protocole technique d'estimation de l'âge du sprat (*Sprattus sprattus sprattus*) en mer du Nord (Divisions CIEM IVa-b-c), Septembre 2006, Rapport interne Ifremer : DHMMN/RH/BL, 14p.

2. Pièces calcifiées utilisées

Dans le cadre du suivi européen (DCR), 18 espèces sont traitées en routine chaque année (Fig. 1).

Espèces		Stock, Zones CIEM (Fig. 2)	Pièce calcifiée
Nom vernaculaire	Nom scientifique		
MER DU NORD & MANCHE ORIENTALE			
Hareng	<i>Clupea harengus harengus</i>	IV, VIId	Otolithe
Bar	<i>Dicentrarchus labrax</i>	IV, VIId	Ecaille
Eglefin	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	IV, IIIa	Otolithe
Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	IV, VIId	Otolithe
Rouget barbet de roche	<i>Mullus surmuletus</i>	IV, VIId	Otolithe
Plie	<i>Pleuronectes platessa</i>	VIIId	Otolithe
Lieu noir	<i>Pollachius virens</i>	IV, IIIa	Otolithe
Sole	<i>Solea solea</i>	VIIId	Otolithe
Morue	<i>Gadus morhua</i>	VIIId	Otolithe
ATLANTIQUE NORD-EST & MANCHE OUEST			
Bar	<i>Dicentrarchus labrax</i>	II, V, VI, VII (Exc. D), VIII, IX, X (Exc. A), XII, XIV	Ecaille
Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i>	VIII	Otolithe
Morue	<i>Gadus morhua</i>	Vb, VI	Otolithe
Morue	<i>Gadus morhua</i>	VIIe-k	Otolithe
Cardine	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	VII, VIIIab	Otolithe
Baudroies blanche et noire	<i>Lophius piscatorius & Lophius budegassa</i>	VII, VIIIabd	Illicium
Eglefin	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	VIIe-k	Otolithe
Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	VIIe-k	Otolithe
Merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	VIIIab	Otolithe
Merlu	<i>Merluccius merluccius</i>	IIIa, IV, VI, VII, VIIIab	Otolithe
Lingue franche	<i>Molva molva</i>	II, V, VI, VII (Exc. D), VIII, IX, X, XII, XIV	Otolithe
Rouget barbet de roche	<i>Mullus surmuletus</i>	II, V, VI, VII (Exc. D), VIII, IX, X, XII, XIV	Otolithe
Lieu noir	<i>Pollachius virens</i>	Vb, VI, XII, XIV	Otolithe
Sardine	<i>Sardina pilchardus</i>	VIIIabd	Otolithe
Sole	<i>Solea solea</i>	VIIe	Otolithe
Sole	<i>Solea solea</i>	VIIIab	Otolithe
MEDITERRANEE			

Anchois	<i>Engraulis encrasicolus</i>	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1	Otolithe
Merlu	<i>Merluccius merluccius</i>	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1	Otolithe
Rougets barbets de vase et de roche	<i>Mullus surmuletus & Mullus barbatus</i>	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1	Otolithe
Sardine	<i>Sardina pilchardus</i>	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1	Otolithe
Dorade royale	<i>Sparus aurata</i>	1.2, 3.1	Ecaille

Figure 1: Espèces traitées en routine dans le cadre de la DCR pour l'estimation de l'âge par secteur géographique. La pièce calcifiée utilisée est indiquée pour chaque espèce.

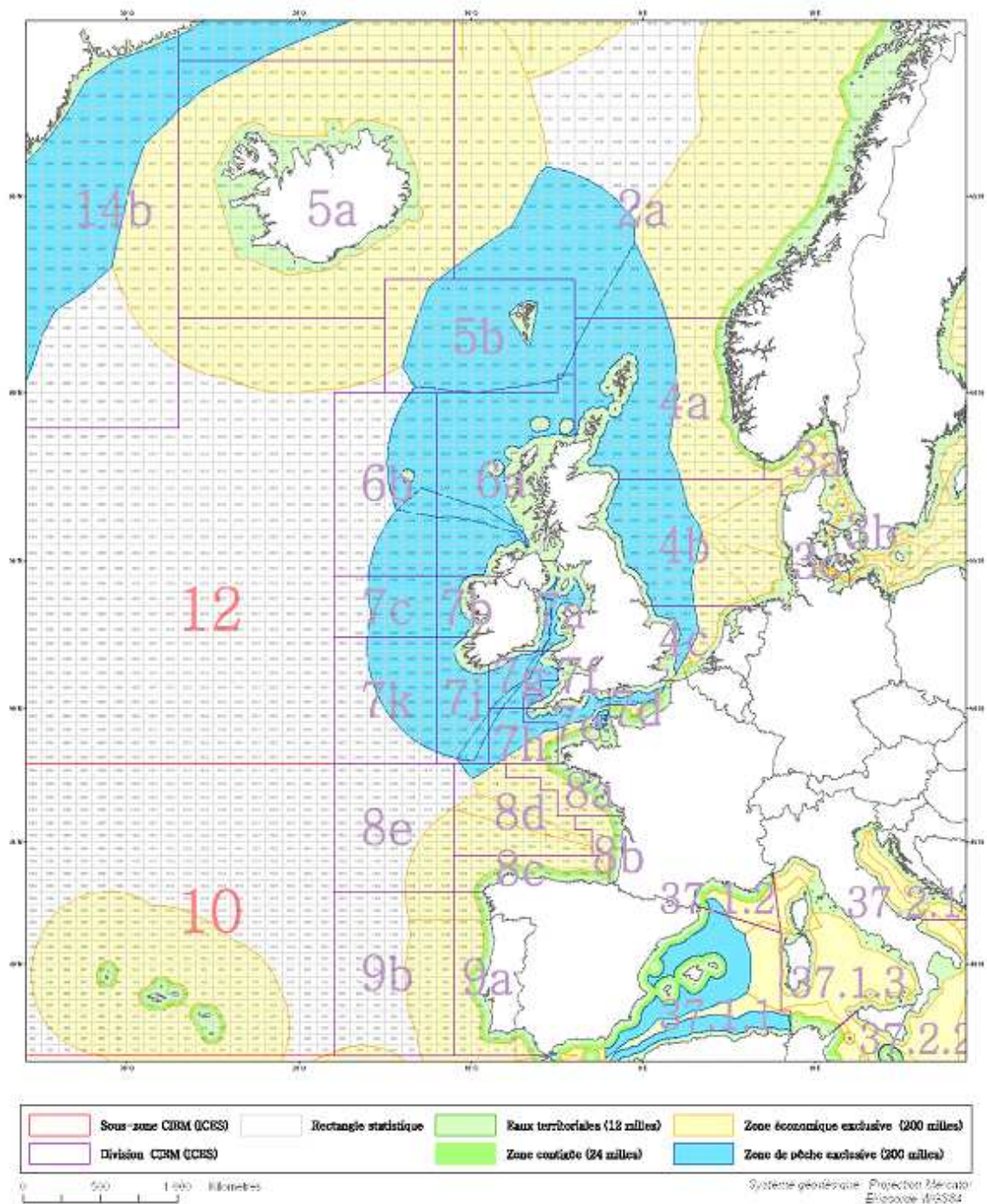


Figure 2 : Carte des eaux européennes avec le découpage défini par le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer).

Parmi les espèces traitées en routine, la pièce calcifiée utilisée est toujours l'otolithe à l'exception de 4 espèces : le bar, la daurade royale et les baudroies blanche et noire. Les otolithes sont les pièces calcifiées les plus utilisées car ils ne jouent pas le rôle de réservoir à calcium, comme le font les écailles et les éléments du squelette interne (Simkiss, 1974). Ils ne sont donc presque jamais résorbés, sauf sous des conditions de stress extrêmes, et conservent ainsi la séquence complète des marques de croissance enregistrées (Panfili *et al.*, 2002). Parmi les 3 paires d'otolithes, pour toutes les espèces étudiées, ce sont toujours les *sagittae* qui sont utilisés. Ce sont les plus gros.

Pour le bar et la daurade royale, l'écaille est la pièce calcifiée utilisée car elle permet pour ces espèces une estimation de l'âge comparable à celle obtenue à partir des otolithes. Les écailles utilisées sont de type cténoïde.

Pour les baudroies blanche et noire, c'est l'*illicium* ou "filament pêcheur" qui est utilisé. Cependant, cette pièce calcifiée est très difficile à lire au même titre que l'otolithe. L'estimation de l'âge chez les baudroies est très délicate.

3. Echantillonnage

Pour le suivi des populations de poissons, des prélèvements sont réalisés soit au cours des 4 trimestres soit une fois dans l'année. Les prélèvements sont réalisés en mer lors de campagnes scientifiques ou à terre en criée. Lorsqu'un poisson est échantillonné pour estimer son âge, il est nécessaire de noter les paramètres biologiques (espèce, taille et poids individuels, sexe, stade de maturité...) et d'échantillonnage (date, lieu de capture, lieu d'échantillonnage,...).

3.1. Echantillonnage en mer

De nombreuses pièces calcifiées sont prélevées lors des campagnes scientifiques (IBTS, COMOR, CGFS, EVHOE, MEDITS...) selon des protocoles définis par les groupes de travail internationaux coordonnant les campagnes tels le groupe IBTS pour la Mer du Nord et les approches Ouest de l'Europe ou le groupe MEDITS pour la mer Méditerranée.

Lors des observations à la mer sur les bateaux professionnels, des prélèvements de pièces calcifiées peuvent être effectués lorsqu'ils sont prévus par le plan d'échantillonnage national.

3.2. Echantillonnage des débarquements commerciaux

L'échantillonnage des débarquements commerciaux est réalisé en criée (Boulogne-sur-mer, Port-en-Bessin, Roscoff, Brest, Audierne, Lorient, Concarneau, La Rochelle, Les Sables d'Olonne, la Cotinière, l'île d'Yeu, Royan, Sète...). Il se déroule dans les halles à marée climatisées, parfois en chambre froide. La durée de disponibilité du poisson est en général courte et de plus fluctuante. L'échantillonnage nécessite 2 ou 3 personnes car 1 ou 2 mesurent les poissons à l'aide d'un ichtyomètre, effectuent les prélèvements et la dernière enregistre les données et recueille les pièces calcifiées en pochette ou microtubes (Fig. 3). La manipulation de poissons destinés à la commercialisation est effectuée avec des gants de caoutchouc propres, granuleux et robustes.



Figure 3 : Echantillonnage de bars en criée.

4. Types de prélèvement

Lorsque des pièces calcifiées sont prélevées, il est très important qu'elles soient nettoyées lors du prélèvement afin de retirer le *mucus* et autres dépôts organiques sur la pièce.

Des pièces calcifiées mal nettoyées lors du prélèvement peuvent être inutilisables.

Les pièces calcifiées peuvent être simplement essuyées dans du papier absorbant après leur extraction.

4.1. Prélèvement d'otolithes

Les otolithes étant dans la boîte crânienne, il est nécessaire d'ouvrir celle-ci. Pour accéder aux cavités qui renferment les otolithes, il y a plusieurs plans de coupes possibles. Le plan de coupe en section frontale est le plus courant et peut être utilisé avec succès pour tous les types de poissons (quelle que soit l'espèce, la taille individuelle ou encore la morphologie crânienne). Cependant, une méthode donnée est utilisée pour une espèce donnée après une phase d'adaptation et de mise au point technique. Les outils de coupe varient en fonction de la taille du crâne mais en général un couteau est la plupart du temps parfaitement adapté. La coupe doit être réalisée avec précaution pour éviter de sectionner l'oreille interne et les otolithes. Après avoir effectué la coupe appropriée, les otolithes sont en général prélevés avec des pinces fines brucelle.

4.1.1. Coupe frontale

Le poisson est maintenu par les yeux entre le pouce et l'index, une coupe à 45° est réalisée au niveau du front (Fig. 4).

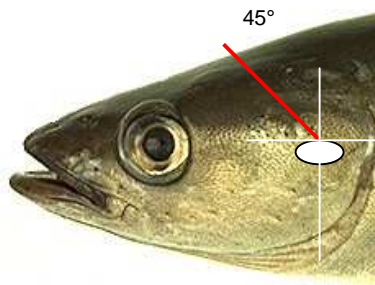


Figure 4 : Position de la coupe frontale du crâne (trait rouge).

Une autre technique utilisée pour les rougets barbets de roche et de vase est une coupe frontale inversée (Fig. 5).

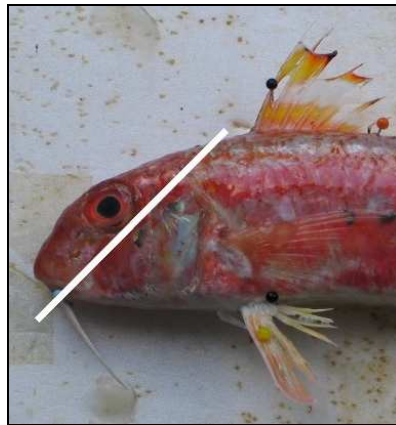


Figure 5 : Position de la coupe frontale inversée du crâne (trait blanc).

Après avoir ouvert le crâne et déplacé l'encéphale en basculant la région antérieure de la tête du poisson, les deux plus gros otolithes (les *sagittae*) sont facilement observables. Ils sont prélevés à l'aide d'une pince brucelle en acier inoxydable (Fig. 6).

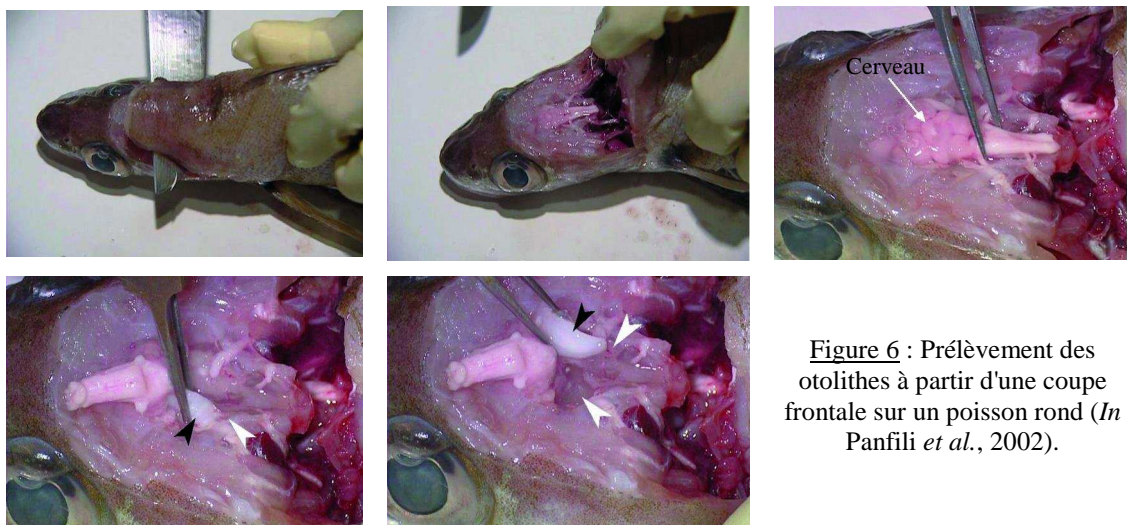


Figure 6 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe frontale sur un poisson rond (In Panfili *et al.*, 2002).

Ce type de prélèvement est aussi réalisé chez des poissons plats. Pour prélever les otolithes, le poisson est maintenu à plat sur le ventre et une coupe frontale est réalisée. Après avoir écarté les deux parties du crâne, les otolithes sont prélevés (Fig. 7).

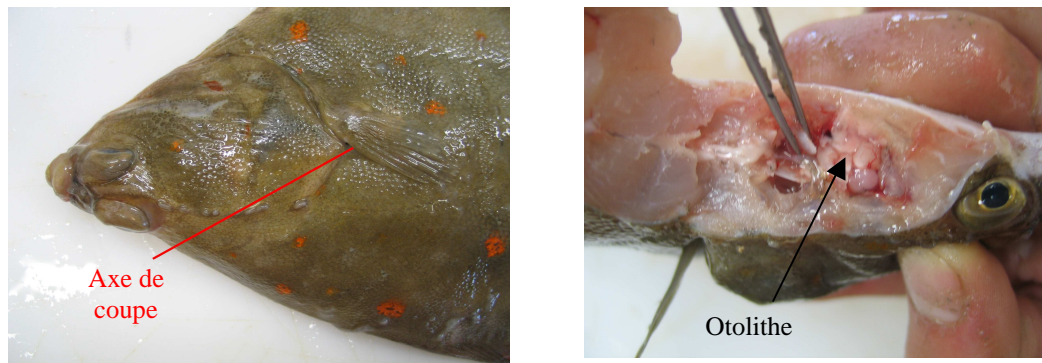


Figure 7 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe frontale sur un poisson plat.

4.1.2. Coupe transversale

La coupe transversale est réalisée en séparant le corps de la tête du poisson. Cette coupe se réalise de la partie dorsale vers la partie ventrale (Fig. 8 et 9).

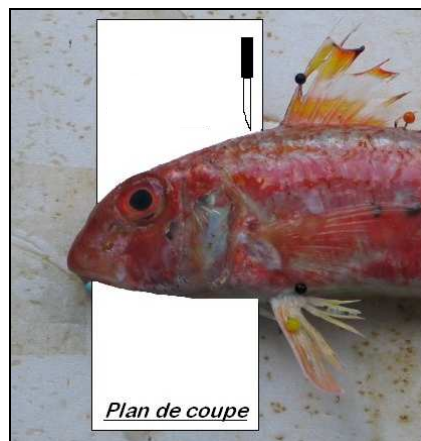


Figure 8 : Position de la coupe transversale du crâne.

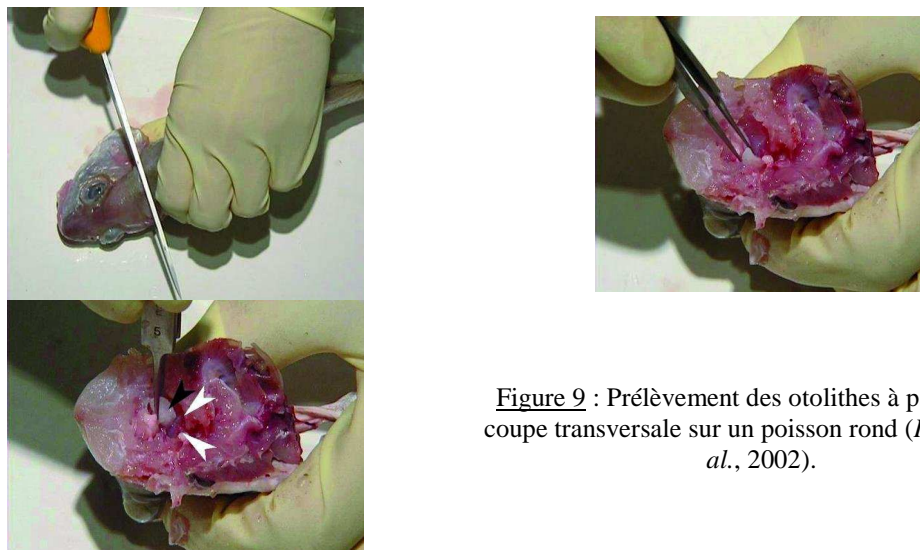


Figure 9 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe transversale sur un poisson rond (In Panfili *et al.*, 2002).

4.1.3. Coupe ventrale

Sur la face ventrale, l'opercule est écarté par rapport à la tête du poisson. Les branchies sont alors visibles et les arcs branchiaux sont coupés sur leur bord interne. La structure ventrale des os du neurocrâne apparaît et tous les tissus environnants doivent ensuite être retirés. Les bulles pré-otiques sont alors localisées dans la partie médio-latérale du neurocrâne. Une légère incision dans la partie externe de ces bulles ouvre l'oreille interne à partir de laquelle les *sagittae* peuvent être prélevés (Fig. 10). Cette technique a l'avantage de ne pas détériorer l'aspect du poisson en vue de sa commercialisation ultérieure. Elle est utilisée pour les poissons ronds éviscérés et saignés ainsi que pour la cardine franche.

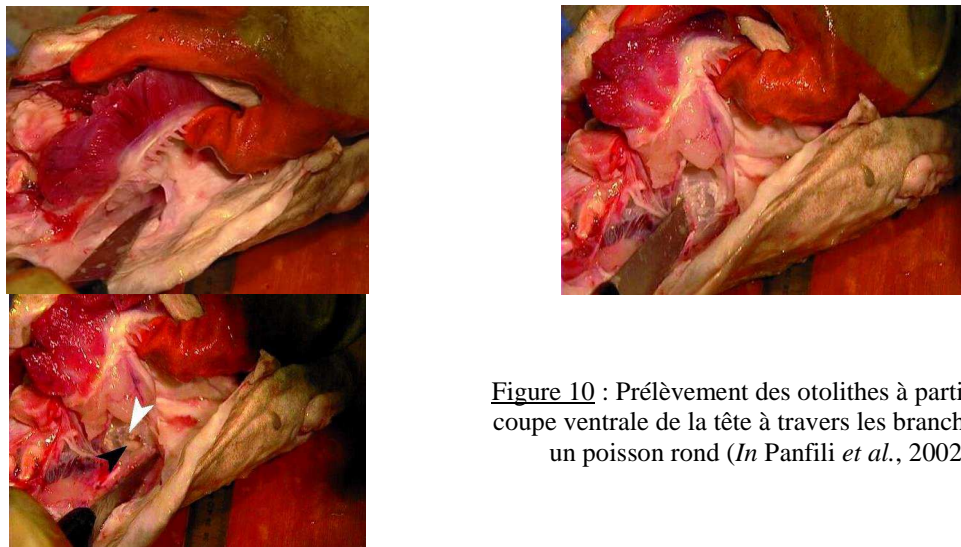


Figure 10 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe ventrale de la tête à travers les branchies sur un poisson rond (In Panfili *et al.*, 2002).

4.2. Prélèvement des écailles

Les écailles sont certainement les structures les plus simples à prélever. Cependant, la zone de prélèvement est très importante pour éviter les écailles régénérées. Chez le bar et la daurade royale, elles sont toutes prélevées sous la nageoire pectorale, zone où la régénération est moins fréquente et laissant peu de traces visibles lors de la commercialisation du poisson (Fig. 11).

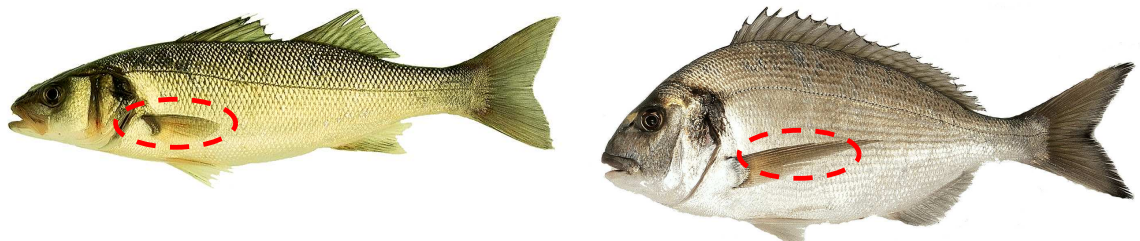


Figure 11 : Prélèvement des écailles sous la nageoire pectorale (zone de prélèvement en rouge) chez le bar et la daurade royale (photographies Pierre Porché).

Le prélèvement d'écailles s'effectue à l'aide d'un couteau à lame en inox propre ou éventuellement avec des pinces brucelle (Fig. 12). Le préleveur passe d'abord la lame d'avant en arrière pour enlever le maximum de *mucus*, les impuretés voire des écailles

détachées ne provenant pas nécessairement du poisson puis la lame est passée sur un chiffon propre. La personne effectue, ensuite, un mouvement d'arrière en avant en mettant la lame à 60° et le pouce servant à bloquer les écailles prélevées sur la lame à la fin du mouvement. Le poisson est ainsi écaillé sur 1 à 3 cm² suivant la grandeur du poisson. Il est conseillé de prendre suffisamment d'écailles car sur la totalité du nombre prélevé, le pourcentage d'écailles lisibles peut varier de 0 à 70%. Suivant le contexte du prélèvement il est conseillé de prendre sur un poisson destiné à la vente une vingtaine d'écailles.



Figure 12 : Prélèvement des écailles sous la nageoire pectorale d'un bar en criée.

4.3. Prélèvement de l'*illicium*

Chez les baudroies noire et blanche, le filament pêcheur aussi appelé *illicium* est extrait avec un couteau et les 3-4 premiers centimètres à partir de la base sont collectés. Ce prélèvement ne détériore pas l'aspect du poisson (Fig. 13).

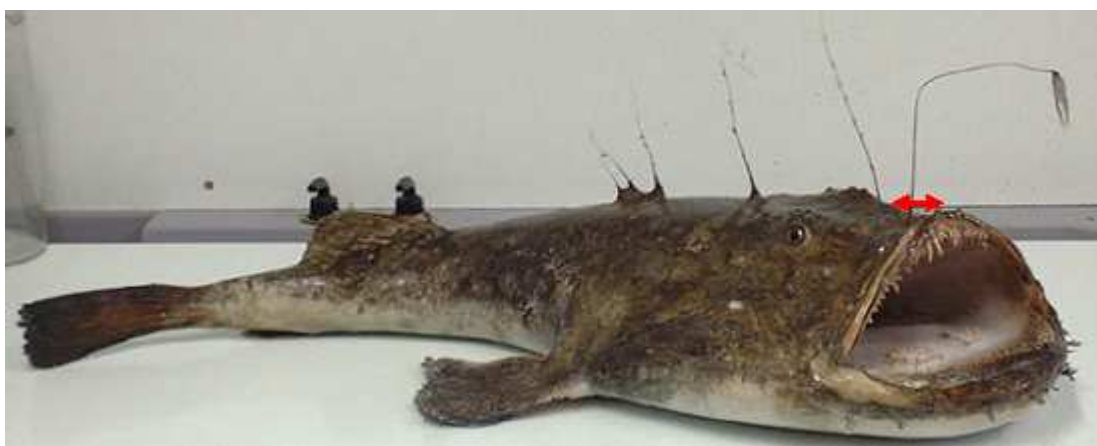


Figure 13 : Prélèvement de l'*illicium* chez les baudroies (axe de coupe en rouge). L'*illicium* est extrait avec sa base nettoyée des tissus mous.

5. Conservation des pièces calcifiées

La meilleure méthode pour conserver les otolithes est de les stocker complètement à sec. Après nettoyage, ils sont séchés par simple exposition à l'air à température ambiante ou dans une étuve à basse température (Panfili *et al.*, 2002).

Il y a 2 modes de stockage utilisés à l'Ifremer (Fig. 14):

- des enveloppes papiers
- des microtubes de type Eppendorf®



Figure 14 : Pochettes en papier et micro-tubes utilisés par le stockage des pièces calcifiées.

Ces 2 modes de stockage présentent des avantages et des inconvénients. Les pochettes en papier, recommandées par Williams & Bedford (1974), sont très pratiques lors des échantillonnages et lors du rangement (Fig. 15) pour conserver des pièces calcifiées assez volumineuses mais fragiles. Ainsi, ce système est le plus utilisé à l'Ifremer. S'assurer que la pièce calcifiée soit au fond de la pochette. Lorsque les pochettes d'un même échantillon sont réunies par un bracelet élastique, veiller à ce que seules les parties supérieures des enveloppes soient compressées par l'élastique.



Figure 15 : Stockage des écailles de bar en pochettes et classeurs.

Le référence de l'échantillon et toutes les informations liées (date, longueur, sexe, stade de maturité sexuelle, espèce, numéro de trait...) sont reportées sur la pochette avant l'introduction de la pièce calcifiée.

L'usage de micro tubes nécessite d'insérer ou de coller une étiquette informative . Les micro-tubes ont l'avantage d'être suffisamment rigides pour protéger efficacement les otolithes des cassures consécutives à la manipulation lors d'envoi ou de rangement.

Les zones de stockage fraîches et obscures sont probablement les meilleures et les otolithes séchés peuvent ainsi être conservés indéfiniment (Brothers, 1987 *In Panfili et al.*, 2002).

Il est à noter qu'une conservation dans un milieu aqueux comme l'alcool peut être utilisé. Ceci peut être particulièrement utile pour les otolithes petits et fragiles. La concentration de l'alcool doit être de 95 % au minimum (Panfili *et al.*, 2002).

6. Paramètres biologiques associées

Lorsqu'un poisson est échantillonné pour estimer son âge, il est nécessaire de noter les paramètres biologiques (taille et poids individuels, sexe, stade de maturité...) et d'échantillonnage (date, lieu, ...).

Toutes ces données et celles liées à l'âge sont stockées dans un fichier standardisé "parametres biologiques v4.xls"² utilisable quel que soit le lieu de prélèvement (en mer ou à terre) et qui comporte les champs suivants :

- ❖ Date
- ❖ Navire
- ❖ Engin
- ❖ Numero_Trait
- ❖ Lieu
- ❖ Code_Espece
- ❖ Zone
- ❖ Cat
- ❖ Type_Longueur
- ❖ Increment
- ❖ Unite_Taille
- ❖ Taille
- ❖ Unite_Poids
- ❖ Poids
- ❖ Presentation
- ❖ Sexe
- ❖ Maturite_Echelle
- ❖ Maturite
- ❖ Reference_Prelevement
- ❖ Type_PC
- ❖ Preparation_PC
- ❖ Poids_PC
- ❖ Age
- ❖ Reference_PC
- ❖ Observations

² Le fichier " parametres biologiques v4.xls" ainsi que son guide d'utilisation (Mahé *et al.*, 2009) sont disponibles sur le site intranet du SIH :

http://w3.ifremer.fr/isih/affichagePageStatique.do?page=collecte_donnees/echantillonnage_terre/sclerophonologie/documentation/documentation_sclero.htm

Les fichiers générés par les séances de prélèvements sont gérés dans une base de données qui offre toutes les passerelles vers la base de données halieutiques Harmonie.

Pour tout envoi de pièces calcifiées, il faut nécessairement compléter et envoyer un fichier de ce type par mail.

Si le poids de l'otolithe est enregistré, un protocole de pesage doit être rédigé préalablement.

7. Envoi de pièces calcifiées

Beaucoup de pièces calcifiées sont prélevées par un laboratoire et envoyées à un autre laboratoire pour traitement. Pour cela, il y a plusieurs règles à respecter :

- ❖ Délai maximum: les pièces calcifiées prélevées au trimestre n, doivent être envoyées au début du trimestre n+1 ; préférer des délais plus courts en cas de prélèvements mensuels.
- ❖ Contact : prendre contact préalablement avec le laboratoire qui les traite pour connaître la personne à qui envoyer les prélèvements.
- ❖ Paramètres biologiques : le fichier " parametres biologiques v4.xls" doit être complété (selon la codification en vigueur, voir Mahé *et al.*, 2009) et envoyé par e-mail. Il est très important de vérifier la concordance entre les numéros de prélèvement inscrits sur les micro-tubes ou pochettes et ceux notés dans le fichier "paramètres biologiques".
- ❖ Colis : les pièces calcifiées sont extrêmement fragiles donc il est nécessaire de bien protéger le colis et lorsque des pochettes papier sont utilisées, il ne faut pas les compresser.

8. Types de préparation

Pour étudier la croissance des poissons, il est nécessaire d'identifier la pièce calcifiée qui va être utilisée mais aussi le type de préparation à réaliser. Ainsi, il existe des arbres d'aide à la décision (Panfili *et al.*, 2002). L'otolithe a une structure tridimensionnelle et sa forme est propre à chaque espèce. Selon l'espèce considérée, il peut être analysé entier, brûlé, coupé, coloré...

8.1. Entier

Les pièces calcifiées qui sont lues entières sont les écailles et les otolithes peu épais.

8.1.1. Ecailles

A l'Ifremer, l'écaille est utilisée en routine pour estimer l'âge de 2 poissons appartenant à l'ordre des perciformes que sont le bar et la daurade royale.

Après extraction, les écailles doivent être nettoyées. L'opération de nettoyage est relativement simple, allant de la conservation directe après un nettoyage sommaire (essuyage sur du papier absorbant) jusqu'à l'utilisation de bains à ultrasons. Ces bains peuvent contenir de l'eau distillée, de l'eau du robinet, de la potasse diluée, du peroxyde

de sodium ou de la trypsine. La durée de l'immersion dans la solution active doit être contrôlée de façon à éviter une destruction partielle (Panfili *et al.*, 2002).

8.1.1.1. Le bar

Les étapes de la préparation d'écailles de bar sont décrites ci-dessous (In Huet & Morizur, 2008) :

- ❖ Enlever les écailles de la pochette avec des pinces brucelle et les déposer sur le statif de la loupe binoculaire.
- ❖ Trier en mettant de côté les écailles régénérées (Fig. 16) pour ne garder que les écailles lisibles c'est à dire des écailles où l'on voit une succession d'anneaux à partir du *nucleus*.

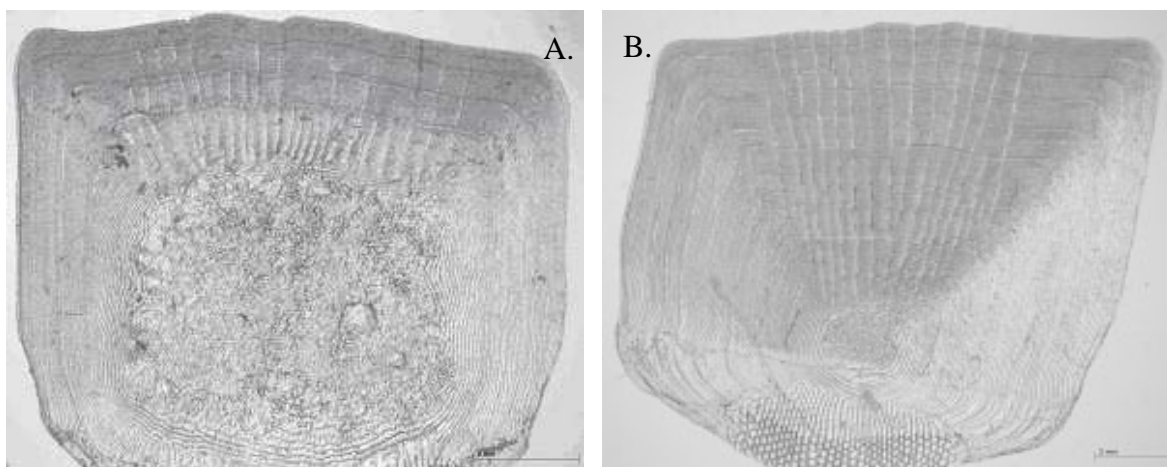


Figure 16 : Différence pour un même individu entre écaille régénérée (A.) ne permettant pas d'observer tous les anneaux de croissance et écaille non régénérée (B.).

- ❖ Sélectionner 5 écailles lisibles
- ❖ A l'aide de pinces brucelle faire tremper l'écaille dans un petit récipient contenant un peu d'eau pour réhydrater et ôter les traces éventuelles de mucus séc. Cette procédure est souvent nécessaire, surtout pour nettoyer les écailles de poissons de plus de 50 cm.. L'eau permet aussi d'assouplir l'écaille en la réhydratant. Une fois mouillée, il suffit alors de glisser l'écaille entre le pouce et l'index afin d'en éliminer le *mucus*. L'opération peut se faire 2 fois.
- ❖ Sécher l'écaille en la mettant en contact avec du papier absorbant. Il faut également sécher ses doigts car la fin du séchage se fait entre le pouce et l'index.
- ❖ Disposer les écailles réhydratées entre 2 lames. Les écailles devenues plus souples peuvent être mieux maintenues entre les 2 lames et sont bien planes lors de la lecture (Fig. 17).



Figure 17 : Positionnement de 5 écailles entre 2 lames de verre pour l'estimation d'âge.

- ❖ Lire les 5 écailles car il peut arriver que l'une des écailles ait un anneau qui ne soit pas bien visible sur les autres.
- ❖ En cas de difficulté dans l'estimation de l'âge, il faut sélectionner 5 autres écailles et recommencer les étapes précédemment décrites.

Remarque : Les écailles qui tombent du statif lors des différentes étapes énumérées ci-dessus ne doivent pas être récupérées afin d'éviter tout mélange d'écailles de différents poissons.

8.1.1.2. La daurade royale

Les étapes de la préparation d'écailles de daurade royale sont décrites ci-dessous (In Elleboode, 2007) :

- ❖ Sortir toutes les écailles de la pochette et les placer sur une surface sombre (Fig. 18).



Figure 18 : Tri des écailles.

- ❖ Effectuer un tri entre les écailles utilisables, abîmées et illisibles (régénérées) (Fig. 19).

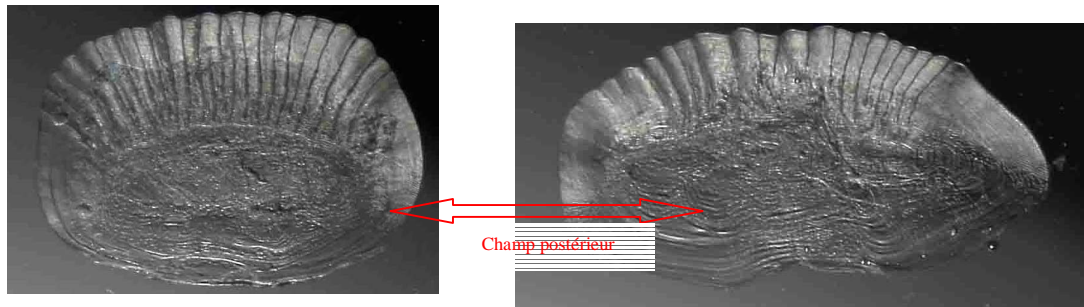


Figure 19 : Ecailles illisibles dues au champ postérieur trop important par rapport au champ antérieur.

- ❖ Examiner plusieurs écailles et effectuer une image calibrée et interprétée à l'aide du logiciel TNPC.

8.1.2. Otolithes

Les espèces de poissons dont l'âge est estimé à partir des otolithes entiers sont des petits poissons pélagiques comme l'anchois, le hareng, la sardine et le sprat et des poissons plats comme la cardine et la limande sole.

8.1.2.1. Les petits pélagiques

Les petits poissons pélagiques sont quasiment tous prélevés lors de campagnes scientifiques (IBTS, PELGAS, PELMED...). Pour certains d'entre eux, les estimations d'âge doivent être fournies aux groupes de travail juste après la fin de la campagne et les examens se déroulent à bord des navires.

Les étapes de la préparation d'otolithes de petits pélagiques sont décrites ci-dessous (Duhamel, 2007a ; 2007b ; Vérin & Le Roy, 2006a ; 2006b) :

- ❖ Les 2 otolithes sont prélevés. En raison de leur très petite taille, la paire de *sagittae* est prélevée. En effet, il n'est pas toujours aisé de distinguer un otolithe cristallin d'un autre « lisible » lors du prélèvement. De plus, un des deux otolithes peut se casser en raison de leur fragilité.
- ❖ Après nettoyage et enlèvement des tissus mous (passage sur un tapis éponge humide), ils sont déposés directement dans les puits référencés de plaques en plastique noir. Chaque puits contient la paire de *sagittae* d'un poisson déterminé.
- ❖ Les plaquettes et leur contenu sont ensuite placées dans un espace réservé et laissées quelques heures à l'air libre pour parfaire le séchage.
- ❖ Sur chaque plaquette, les otolithes sont disposés de la même manière pour faciliter l'examen sous binoculaire ; *sulcus acusticus* vers le bas et face convexe visible . (Fig. 20).



Figure 20 : Placement des otolithes des petits pélagiques dans les puits d'une plaque en plastique noir.

- ❖ Les puits sont ensuite remplis de résine transparente (Eukitt ; Fig. 21) recouvrant les otolithes. Le temps de séchage sous hotte ou dans un espace ventilé dure environ 24 heures..



Figure 21 : Plaque avec des puits contenant des otolithes de sardine et remplis de résine Eukitt.

8.1.2.2. Les poissons plats

Les otolithes de certaines espèces de poissons plats peuvent être analysés sans préparation complexe préalable. C'est le cas du balai de l'Atlantique, de la cardine et de la limande sole.

Les étapes de la préparation d'otolithes entiers de poissons plats sont décrites ci-dessous

- ❖ Les 2 otolithes extraits de leur pochette de stockage sont immergés dans de l'eau pour les réhydrater.

- ❖ Ils sont ensuite nettoyés à l'aide de pinces ou d'aiguilles pour retirer toutes les restes de tissus mous réhydratés.
- ❖ Immergés dans l'eau d'un récipient à fond plat et transparent (coupelle en verre ou boîte de Petri en polystyrène cristal), ils sont examinés sous binoculaire (Fig. 22).



Figure 22 : Otolithes entiers d'une cardine préalablement nettoyés et immergés dans de l'eau.

8.2. Brûlé

Pour les rougets barbets de roche et de vase, la méthode de brûlage décrite par Christensen (1964) est employée .

Le résultat du brûlage est que les zones translucides de croissance lente (ZCL) prennent une teinte brune très marquée qui les rendent plus visibles (Fig. 23).



Observation
en lumière réfléchie.



Observation
en lumière transmise.



Observation
en lumière réfléchie
après brûlage.

Figure 23 : Observations comparées d'otolithes entiers de rouget barbet avant et après brûlage.

Cette technique peut être réalisée au bec Bunsen ou sur une plaque électrique de laboratoire (Fig. 24) ou mieux sur une plaque chauffante avec affichage de la température, procédé employé depuis 2007 car utilisant une surface plane de chauffage et une température contrôlée.



Figure 24 : Brûlage des otolithes de rougets barbets.

Les étapes du brûlage d'otolithes entiers de rougets barbets sont décrites ci-dessous (Le Roy, 2007) :

- ❖ Après avoir extrait les 2 otolithes de leur pochette de stockage, ils sont immergés dans une solution aqueuse pour les réhydrater.
- ❖ Nettoyage des 2 otolithes à l'aide de pinces ou d'aiguilles pour retirer toutes les restes de tissu mou.
- ❖ Brûlage à 250°C pendant quelques secondes pour les rougets barbets. La durée du brûlage et l'intensité du brunissement sont contrôlées et varient selon la grosseur de l'otolithe.
- ❖ Immersion dans l'eau d'un récipient à fond plat et transparent (coupelle en verre ou boîte de Petri en plastique), puis examen sous binoculaire.

8.3. Coupé

Beaucoup d'espèces présentent des otolithes (*sagittae*) qui sont extrêmement opaques ou trop épais pour que leurs marques de croissance soient clairement identifiables par transparence. L'observation de sections transversales minces, passant à travers le noyau, améliore significativement la lisibilité de ces marques (Wiedemann Smith, 1968 ; Bedford, 1975 ; 1983). Pour certaines espèces, si les méthodes traditionnelles montrent de bons résultats, l'observation de sections transversales minces peut être utilisée pour accroître la précision des estimations d'âge et en particulier chez les poissons âgés (Taning, 1938 ; Blacker, 1974 ; McCurdy, 1985, Anonyme, 2004). C'est le cas pour la plie (*Pleuronectes platessa*) (Easey & Millner, 2008). Il n'existe pas de méthode standardisée universelle pour sectionner les pièces calcifiées. Les procédures ainsi que le matériel utilisé pour fabriquer des coupes simples et/ou fines varient en fonction de la nature de l'application souhaitée (Mosegaard *et al.*, 1998). La coupe de l'otolithe doit passer par le noyau ou *nucleus* pour ne pas sous-estimer l'âge (Williams & Bedford, 1974).

8.3.1. Le matériel

8.3.1.1. La résine

La résine utilisée est de type polyester. Selon le laboratoire, il s'agit de la Crystic R115 PA[®] de la société Scott Bader ou la GTS Pro[®] de SOLOPLAST-VOSSCHEMIE. Elles ont les mêmes propriétés à savoir des qualités plastiques. Ces résines sont spécialement destinées à l'inclusion dans l'industrie et en particulier en géologie et en métallurgie. Elles présentent la caractéristique de ne pas être cassantes une fois durcies. C'est un avantage pour les lames minces qui résistent mieux à la coupe et à la manipulation. Des essais précédents réalisés avec des résines à inclusion « standard » ont montré l'importance de cette qualité plastique.

La résine est translucide et non transparente. Elle présente une couleur rose pâle à l'état liquide et jaune très pâle une fois durcie. Lorsque l'on souhaite colorer la résine en noir, on ajoute une pâte pigmentée fournie par STRAND-SCOTT BADER à raison de 10% du poids de résine.

Certains lecteurs préfèrent utiliser de la résine translucide, d'autres de la résine noire (Fig. 25). Les 2 présentant des avantages et des inconvénients selon le mode d'éclairage, le préparateur-lecteur choisit. Au pôle de Sclérochronologie, tous les otolithes sont inclus dans de la résine translucide.

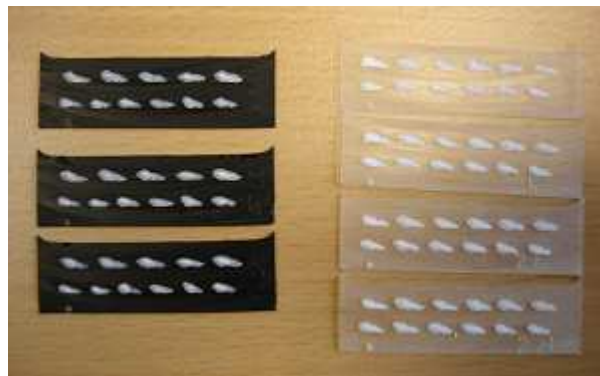


Figure 25 : Coupes d'otolithes de merlan de mer Celtique incluses en résine noire et en résine translucide.

La résine est pré-accélérée et ne nécessite qu'un catalyseur pour être utilisée. Les catalyseurs utilisés sont du BUTANOX[®] (2% en poids de résine) ou MEKP MEC[®] (1 à 2% en poids de résine) (Tab.1). Lorsque la température du local de préparation est inférieure à 18°C un accélérateur (STRATYL[®]) est rajouté à raison de 0.1g par 100g de résine.

Tableau 1 : Accélérateur et Catalyseur utilisé en fonction de la résine.

Résine	Accélérateur éventuel	Catalyseur
Crystic R115 PA [®]	STRATYL [®]	BUTANOX [®]
GTS Pro [®]	Non	MEKP MEC [®]

8.3.1.2. Les moules

Les moules utilisés pour l'inclusion des pièces calcifiées pour la résine sont généralement en aluminium poli dotés de repères gravés (traits de repère tracés à intervalle régulier) (Fig. 26). L'aluminium permet un gain de poids par rapport à l'acier inoxydable mais est moins résistant aux rayures et aux coups

Un film de démoulant (huile de silicone en bombe) est déposé à la surface du moule avant d'y couler la résine liquide. Il facilitera la récupération des blocs de résine durcie.

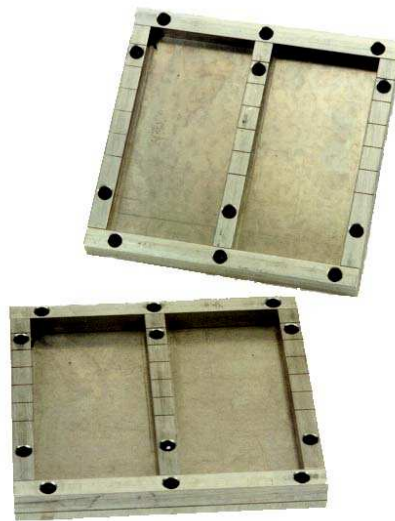


Figure 26 : Moule d'inclusion en aluminium poli doté de repères gravés.

8.3.1.3. La scie

Il existe 2 types de scies selon la vitesse.

Pour l'utilisation en routine, les scies de précision à vitesse rapide génèrent une cadence de production plus élevée que les scies à vitesse lente (Almeida & Sheehan, 1997). Elles permettent de traiter de très grandes séries d'otolithes avec des lames d'une épaisseur de 0.4 mm. Les scies à vitesse rapide sont utilisées pour les baudroies commune et rousse, l'églefin, le lieu noir, la sole, la plie, les tacauds, le merlan et la morue.

La scie à vitesse lente est utilisée pour produire des lames minces de 0.2 mm d'épaisseur d'otolithes de grenadier de roche, espèce à croissance très lente.

Scies à vitesse rapide

Depuis 2003, la tronçonneuse Servocut A250[®] automatique d'Escil (Fig. 27) est utilisée dans tous les laboratoires Ifremer (Boulogne-sur-mer, Lorient et La Rochelle). La vitesse du disque est variable de 400 à 4000 tours min⁻¹. La vitesse utilisée est généralement de 1500 tours min⁻¹. La tronçonneuse est équipée de disques diamantés. La platine porte-objet est motorisée et mobile en X et en Y. Elle est réglée pour maintenir les blocs produits par le moule utilisé. Pour un gain de temps conséquent, la tronçonneuse est utilisée en mode semi automatique, c'est à dire que seul l'axe X est actif et motorisé, et le disque est incliné manuellement pour effectuer une coupe en plongée à l'aide d'un bras de levier.

A Boulogne-sur-mer, une modification a été apportée à cette tronçonneuse afin de régler la profondeur de coupe. Une butée réglable a été ajoutée pour empêcher le détachement complet de la coupe fine en fin de tronçonnage. Un petit coin de la coupe demeure attaché au bloc et l'opérateur n'a plus qu'à détacher manuellement la coupe d'un petit coup sec. On évite ainsi que la coupe se détache brusquement et qu'entraînée par la vitesse de rotation de la lame, elle ne soit projetée dans le bac ou brisée.



Figure 27 : Tronçonneuse Servocut A250[®] automatique d'ESCIL à vitesse rapide.

Suite à la construction du Pôle de Sclérochronologie à Boulogne-sur-mer, deux nouvelles tronçonneuses sont en service depuis septembre 2008. Ce sont des tronçonneuses Brillant 250[®] automatique d'Escil (Fig. 28). Ce modèle est modifié selon les spécifications nécessaires au tronçonnage de blocs de résine avec des pièces calcifiées très fragiles.

Cette machine présente les avantages d'utilisation en mode semi-automatique. Elle est équipée d'une vitesse variable allant de 250 à 3000 tours min⁻¹, la vitesse peut être choisie en fonction de l'espèce traitée.

Pour une qualité similaire, la Brillant 250 est beaucoup plus rapide que la Servocut A250.



Figure 28 : Tronçonneuse Brillant 250[®] automatique d'Escil à vitesse rapide.

Scies à vitesse lente

Les coupes d'otolithes de grenadier de roche sont réalisées avec la tronçonneuse de précision Isomet[®] de Buehler (Fig. 29), équipée d'un disque diamanté ou résinoïde. La vitesse de coupe peut varier de 0 à 300 tours min⁻¹.



Figure 29 : Tronçonneuse Isomet[®] de Buehler à vitesse lente.

Depuis la construction du Pôle de Sclérochronologie à Boulogne-sur-mer, une nouvelle tronçonneuse a été mise en service. C'est une tronçonneuse Brillant 221[®] automatique d'Escil (Fig. 30).



Figure 30 : Tronçonneuse Brillant 221[®] automatique d'Escil à vitesse variable (400 à 6000 tours/minute).

Pour une qualité similaire, la Brillant 221 est beaucoup plus rapide que l'Isomet[®] de Buehler.

8.3.2. Les étapes de la production de lames minces d'otolithes

La méthode de coupe utilisée est celle décrite par Bedford (1983) et modifiée par Souplet et Dufour (1983). Cette technique est similaire à celle employée en Angleterre par le CEFAS (Easey & Millner, 2008).

8.3.2.1. Inclusion des otolithes

Les moules en aluminium sont préalablement recouverts d'un démoulant (huile de silicone en bombe) puis une première couche de résine polyester (pré-accélérée) mélangée au catalyseur (et au colorant pour obtenir une résine noire si besoin) est versée au fond des moules (dans chaque compartiment, voir Fig. 26) pour obtenir une couche de 3-4 mm d'épaisseur.

A 18°C, il faut 1h30 pour polymériser complètement un mélange de résine catalysée à 2% en poids. Dans ces conditions, la résine devient solide mais toujours collante en 30 minutes et l'utilisateur dispose alors d'une heure pour positionner dessus les otolithes.

Les otolithes sont posés à la main ou à l'aide d'une pince brucelle, face convexe contre la résine, et « collés » par une légère pression du doigt ou de la pince. La coupe de l'otolithe devant nécessairement passer par le *nucleus* pour observer toute l'histoire de vie du poisson, les *nuclei* sont alignés. Un système de positionnement numérique

(caméscope numérique relié à un écran LCD) est utilisé facilitant l'alignement d'otolithes de petites taille (un moniteur présentant un trait de repère est relié à une caméra ; Fig. 31).



Figure 31 : Système de positionnement numérique des otolithes.

Pour chaque bloc, un repère matérialisé par un spaghetti est utilisé permettant de distinguer la droite de la gauche d'une rangée d'otolithes. Lorsque le moule est complètement rempli d'otolithes positionnés, une couche de résine catalysée est versée en excès pour les recouvrir entièrement et atteindre une épaisseur totale de résine supérieure à 5 mm (Fig. 32). Chaque bloc est référencé avec un papier disposé en bas du bloc (Fig. 32). Le démoulage des blocs durcis contenant les otolithes peut être réalisé après polymérisation complète au bout de 24 heures dans une étuve à 25°C.



Figure 32 : Inclusion des otolithes de lieu noir dans la résine.

8.3.2.2. Coupe

La tronçonneuse automatique à vitesse rapide (Brillant250[®] d'ESCIL) est utilisée en mode semi automatique c'est à dire que seul l'axe X est actif et motorisé, et le disque est incliné manuellement pour effectuer une coupe en plongée à l'aide d'un bras de

levier. Une butée réglable limitant la profondeur de coupe a été ajoutée pour empêcher le détachement complet de la coupe fine en fin de tronçonnage. L'opérateur n'a plus qu'à détacher la coupe. On évite ainsi que la coupe se détache brusquement et qu'entraînée par la vitesse de rotation de la lame, elle ne soit projetée dans le bac ou brisée (Fig. 33).

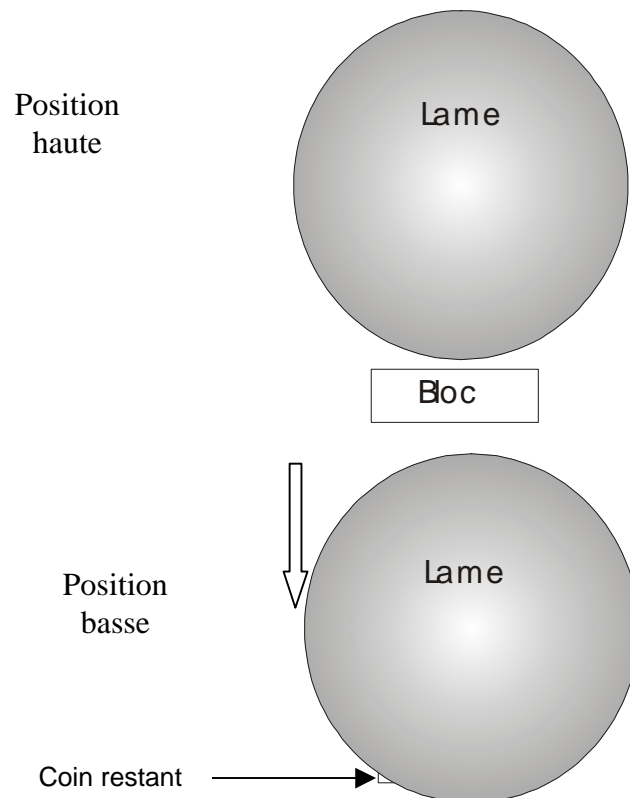


Figure 33 : Schéma de coupe des otolithes.

La tronçonneuse est équipée d'un disque diamanté de 150 mm de diamètre, de 0,5 mm d'épaisseur et de 32 mm d'alésage. La table porte-objet est motorisée et mobile en X et en Y. Elle est réglée pour maintenir les blocs produits par le moule utilisé.

Le protocole de coupe suit les étapes suivantes :

1. la platine est remise à zéro sur l'axe des X
2. le bloc est positionné sur le mors de l'étau (sans serrage)
3. la lame est descendue jusqu'à la surface de la résine et le bloc est déplacé pour positionner la lame en avant du premier repère du bloc (distance du repère équivalente à l'épaisseur d'un trait de scie)
4. le mors de l'étau est serré
5. on ferme le capot et on met en marche
6. on appuie lentement et en continue sur la poignée jusqu'à la butée
7. on relâche la poignée, le petit bloc coupé demeure relié au reste du bloc par un petit coin
8. on règle un déplacement en X variable des plus petits aux plus gros otolithes

9. on procède à un nouveau sciage pour obtenir la première lame, celle ci restant également attachée au bloc
10. on répète les opérations 8 et 9
11. on peut alors détacher les deux lames et le petit bloc
12. on déplace le bloc jusqu'au repère suivant et on répète les opérations depuis le point 3.

Avec ce type de tronçonneuse, l'épaisseur moyenne des lames est de 0.4 mm. Ainsi, pour chaque rangée otolithes inclus en résine, il est possible de faire selon les espèces de 3 à 4 coupes successives passant par la structure opaque centrale de chaque otolithe et dont une au moins passe par les *nuclei* (Fig. 34).

L'expérience montre que deux lames sont suffisantes pour obtenir une lame utilisable c'est à dire passant par les *nuclei*.

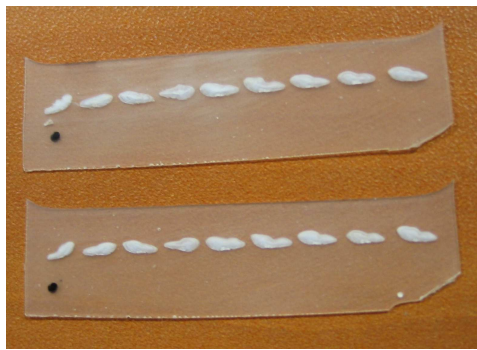


Figure 34 : Lames minces successives d'une même rangée d'otolithes (merlan de mer Celtique) inclus en résine translucide.

Pour certaines espèces difficiles comme le grenadier de roche, il est nécessaire de réaliser des coupes d'une épaisseur plus faible de l'ordre de 0.2 mm. Pour cela, une tronçonneuse à vitesse lente du type Isomet[®] de la société Buehler est utilisée ou la Brillant221[®] d'ESCIL qui a le même type de fonctionnement décrit ci-dessus.

8.3.2.3. Coloration

La coloration est une méthode de préparation qui révèle de fines lignes d'accroissement chromophiles, comparables, quelques fois, à celles obtenues après brûlage. Cette méthode est utilisée pour les otolithes de sole (*Solea solea* ; Fig. 35).

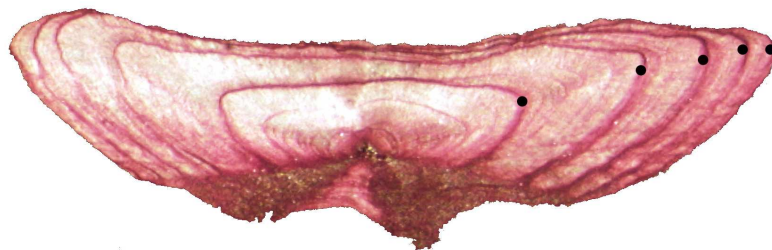


Figure 35 : Otolithe de sole coupé puis coloré au rouge neutre (anneaux de croissance translucides colorés et marqués par les points noirs).

Après avoir coupé l'otolithe, la lame fine obtenue est immergée dans un colorant auquel on ajoute un acide. Le colorant est du rouge neutre (Neutral Red Solution) de la société Sigma. Pour 100 ml de colorant, 0.5ml d'acide acétique dosé à 100% sont ajoutés. Les
Après avoir coupé l'otolithe, la lame fine obtenue est immergée dans un colorant auquel

on ajoute un acide. Le colorant est du rouge neutre (Neutral Red Solution) de la société Sigma. Pour 100 ml de colorant, 0.5ml d'acide acétique pur (concentration >99%) sont ajoutés. Les lames sont immergées pendant 20 à 25 minutes. Elles sont ensuite rincées avec une pissette d'eau puis séchées à l'aide de papier absorbant.

Cette technique de coupe puis de coloration avait été développée par Bouain & Siau (1988). Le temps d'action du colorant est très variable, dépendant des espèces et de la taille des otolithes : quelques minutes sont suffisantes pour obtenir de bonnes préparations, mais des essais préliminaires sont nécessaires dans chaque cas.

8.4. Bilan de la préparation par espèce

En 2008, 25 espèces ont été suivies en routine par la France dans le cadre de la DCR. Le tableau 1 présente la pièce calcifiée et son mode de préparation pour chacune des espèces.

Tableau 1 : Pièce calcifiée et son mode de préparation pour l'estimation de l'âge des espèces traitées en routine par la France.

Espèces	Type de pièces calcifiées	Mode de préparation
daurade royale, bar	écaille	écaille entière
baudroie blanche, noire et rousse	<i>illicium</i>	coupe fine de 0,4 mm
grenadier de roche	otolithe	coupe fine de 0,2 mm
églefin, lieu noir, tacaud norvégien, merlan, morue, plie, turbot, tacaud, merlu	otolithe	coupe fine de 0,4 mm
sole	otolithe	coupe fine de 0,4 mm puis coloration ou non
cardine	otolithe	otolithe entier
rouget barbet de roche et de vase, grondin rouge et perlon	otolithe	otolithe entier brûlé
hareng, sprat, anchois et sardine	otolithe	otolithe entier inclus en résine

9. Techniques d'observation

L'observation des préparations de pièces calcifiées peut être réalisée directement à partir d'un microscope ou d'une loupe binoculaire. Cependant, avec les développements de l'imagerie, l'Ifremer a développé un système d'acquisition et de traitement d'images

utilisé pour l'estimation de l'âge et de la croissance assistée par ordinateur (Panfili *et al.*, 2002).

9.1. Traitement Numérique des Pièces Calcifiées (TNPC)

Depuis 2007, l'estimation de l'âge en routine est réalisé à l'aide du logiciel TNPC (Traitement Numérique des Pièces Calcifiées ; Fig. 36) développé par l'Ifremer en collaboration avec la société Noesis.

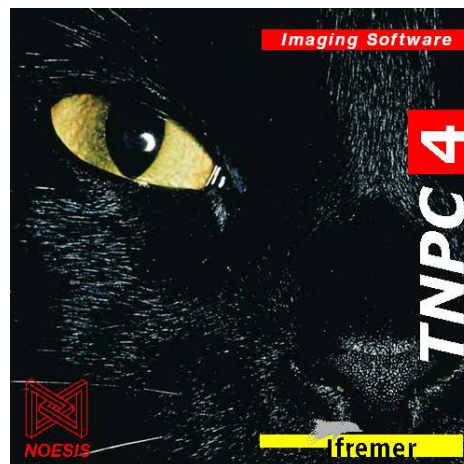


Figure 36 : Logiciel TNPC[®] développé par l'Ifremer en collaboration avec la société Noesis (Pour plus d'informations : http://www.ifremer.fr/lasaa/TNPC/Tnpc4_2English.htm).

Ce système d'acquisition et de traitement des images est constitué de 3 unités (Fig. 37) :

- ❖ une unité d'acquisition d'image (caméra ou scanner) : la caméra doit être à haute résolution. Les caractéristiques des caméras utilisées sont les suivantes : SXGA 1392 x 1040 pixel avec une résolution de 1 450 000 pixels CCD (ex : Sony 910).
- ❖ une unité centrale de traitement, de stockage et de visualisation : un ordinateur nécessitant beaucoup de mémoire vive (minimum 2 Go) pour l'analyse numérique avec 2 écrans (écran 1 : visualisation de la pièce calcifiée ; écran 2 : paramètres biologiques ou analyse de l'image...).
- ❖ une unité logicielle : logiciel TNPC dédié à l'acquisition et au traitement des pièces calcifiées (Fablet & Ogor, 2005).



Figure 37 : Système d'estimation de l'âge et de la croissance assistée par ordinateur.

L'acquisition et le traitement des images de pièces calcifiées doit impérativement suivre une procédure standardisée (utilisation du logiciel TNPC : Mahé *et al.*, 2006).

Ce système d'estimation de l'âge et de la croissance assistée par ordinateur est utilisée en routine pour l'acquisition et l'interprétation des structures de croissance et leur stockage.

- ❖ Acquisition de l'image : les images de pièces calcifiées sont directement réalisées à l'aide du logiciel TNPC (Fig. 38). Les images sont stockées par échantillon dans une base Access. Chaque image est obligatoirement calibrée. Le format des images est im6 qui permet d'enregistrer toutes les composantes liées à l'image. Un fichier "Paramètres biologiques" est dûment complété (Mahé *et al.*, 2007a) et associé à la base ainsi créée. Lors de l'acquisition des images, il est possible de réaliser un pré-traitement (optimisation de la dynamique, rehaussement du contraste, réduction du bruit, détection de bords...).

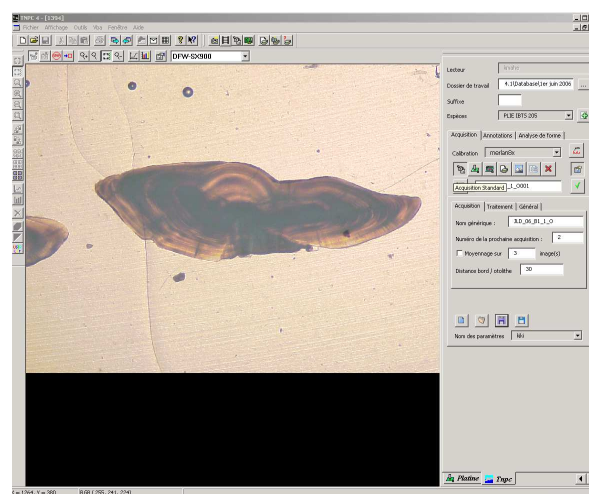


Figure 38 : Acquisition des images directement à l'aide du logiciel TNPC (In Mahé *et al.*, 2006).

- ❖ Interprétation des structures de croissance : l'estimation de l'âge est réalisée par le lecteur à l'aide de radiales (Fig. 39) qui sont intégrées directement dans la base d'images créée précédemment. Chaque radiale est enregistrée avec 3 fichiers (rad, pro et iid), ce qui permet de pouvoir extraire les distances entre le *nucleus*, les anneaux de croissance et le bord de l'otolithe.

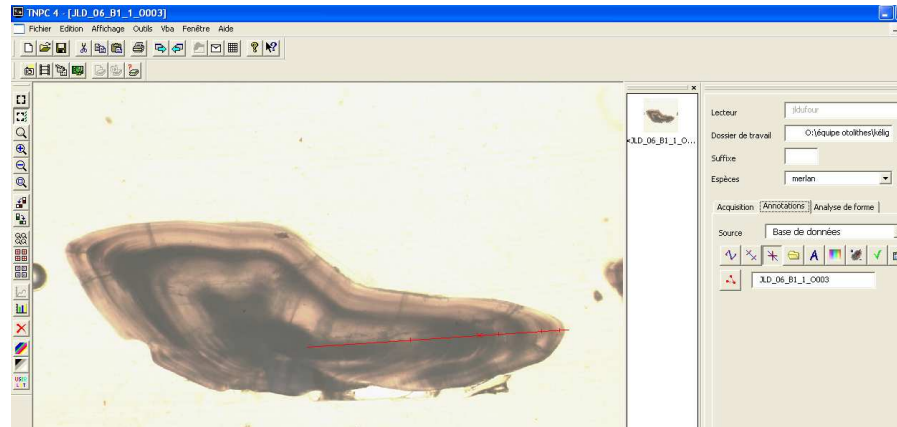


Figure 39 : Interprétation d'une pièce calcifiée à l'aide du logiciel TNPC (anneaux de croissance identifié par des taquets ; In Mahé *et al.*, 2006).

Le logiciel TNPC permet d'obtenir des aides à l'interprétation des structures de croissance avec la loi de croissance observable sur une pièce calcifiée selon la position des anneaux qui est comparée à celles des autres pièces calcifiées déjà interprétées et avec la position des anneaux sur l'échelle de gris le long de la radiale.

- ❖ Archivage des images et données associées : les images calibrées et les données associées (paramètres biologiques et interprétation des structures de croissance) sont sauvegardées (Mahé *et al.*, 2007b) ce qui permet un archivage sans perte de qualité contrairement peut-être à celui des pièces calcifiées.

9.2. Liquide d'observation

L'utilisation d'un milieu éclaircissant est recommandée pour tous les types d'observation, avec ou sans préparation préalable des pièces calcifiées. Un tel milieu est un liquide ou un produit durcissant (résine) qui permet d'améliorer le contraste et la visualisation des marques de croissance. Il possède souvent la même densité optique que celle de la pièce calcifiée, ou une densité proche, permettant ainsi à la lumière de pénétrer plus facilement, dans le but de révéler les structures les plus internes. Plusieurs liquides éclaircissant sont disponibles : le plus fréquemment utilisé est probablement l'eau, puis viennent les solutions salines (plus isotoniques), suivies par l'alcool, les mélanges eau-alcool (à différentes proportions), la glycérine, le mélange glycérine-alcool (30:70) et les huiles d'immersion. Les huiles essentielles (clou de girofle, romarin, pin, cèdre, camomille, etc.) offrent également de très bons résultats (In Panfili *et al.*, 2002).

En routine, lorsque les pièces calcifiées (otolithes et écailles) sont entières sans préparation préalable, le liquide d'observation est de l'eau. A l'inverse, les coupes fines

d'otolithes sont observées immergées dans la glycérine, l'huile de paraffine ou l'alcool (Fig. 40).

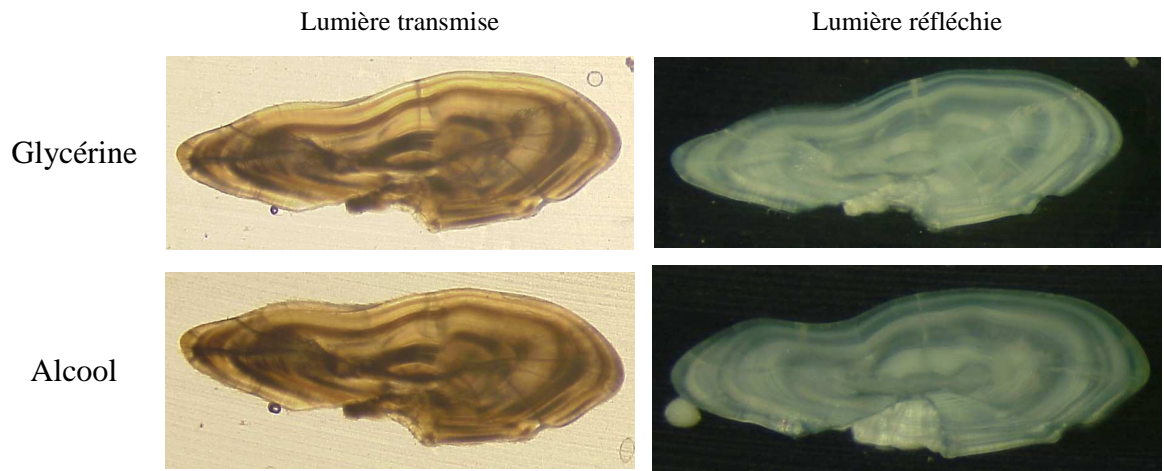


Figure 40 : Observation d'une coupe fine d'otolithe de merlan sans liquide éclaircissant, avec de la glycérine et de l'alcool.

L'utilisation de la glycérine éclaircit la surface. Les traces de coupe sont estompées et à l'examen en lumière réfléchie le contraste est amélioré. Après examen et en vue de l'archivage, il faut nettoyer soigneusement à l'eau les lames pour ôter toute trace de glycérine sous peine de les rendre ultérieurement inexploitable par perte du contraste entre les zones de croissance observables. L'usage d'huile de paraffine ayant un indice de viscosité bien inférieur rend l'opération de nettoyage plus facile.

9.3. Grossissement

Sur la plupart des pièces calcifiées traitées en routine, il n'est pas possible d'observer les structures de croissance saisonnières à l'œil nu.

Pour les otolithes entiers et les lames minces, les loupes binoculaires utilisées sont équipées d'un objectif plan x1 et d'un zoom allant de x6 à x50. Un objectif plan x0.5 est parfois nécessaire pour observer la totalité d'une écaille.

9.4. Lumière

On utilise en routine des sources de lumière blanche et froide (température de 2500 à 3200°K).

L'éclairage épiscopique produit de la lumière qui est réfléchie par la surface de la pièce observée. L'éclairage diascopique produit de la lumière qui est transmise au travers de la pièce à observer.

L'aspect des accroissements saisonniers va dépendre du type d'éclairage employé (Fig. 41) :

- ❖ en lumière transmise, les zones de croissance translucides sont claires et les zones opaques sont sombres
- ❖ en lumière réfléchie, les zones de croissance translucides peu réfléchissantes sont sombres et les marques opaques très réfléchissantes sont claires.

Le fait que les marques de croissance soient décrites comme " claire" ou "sombre", en fonction du mode d'éclairage, peut conduire à une certaine confusion et, pour cette

raison, les termes "opaque" et "translucide" devraient toujours être utilisés (Casselmann, 1974, 1983 ; Williams & Bedford, 1974, Panfili *et al.*, 2002).

En lumière réfléchie :

- les zones opaques apparaissent claires
- les zones translucides apparaissent sombres

- 1^{er} anneau
- 2^{ème} anneau
- 3^{ème} anneau

En lumière transmise :

- les zones opaques apparaissent sombres
- les zones translucides apparaissent claires

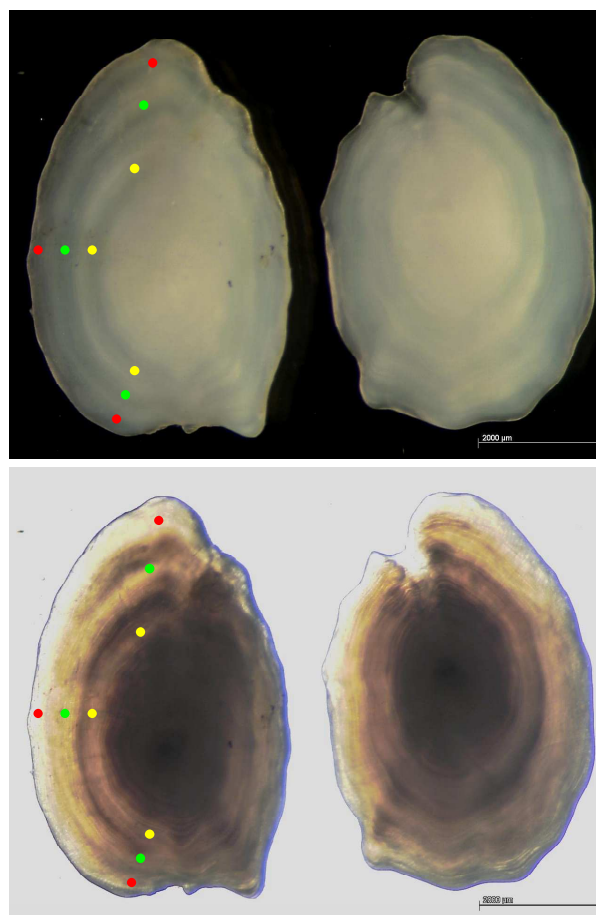


Figure 41 : Visualisation des zones opaques et translucides suivant le type de lumière utilisée (lumière réfléchie : A. ; lumière transmise : B.).

10. Description des structures observables

L'examen de la pièce calcifiée comprend l'identification des structures de croissance saisonnières et leur interprétation qui conduit à estimer l'âge en années de la pièce calcifiée³.

Certains critères d'interprétation incontournables doivent être définis d'emblée : par exemple, la localisation de la marque de naissance, la première marque de croissance, les zones de transition sur la pièce calcifiée, ou encore la nature du bord de la pièce calcifiée... L'information biologique disponible sur l'espèce à travers la littérature doit être utilisée dans un premier temps pour définir ces critères de façon empirique. Ils peuvent être comparés entre eux de façon à établir un "alphabet" (identification des marques de croissance) et à déterminer des "règles grammaticales" (critères d'interprétation basées sur les connaissances existantes) pour attribuer les âges (Sychev, 1974).

La cohérence du processus d'estimation de l'âge doit ensuite être déterminée. Cela signifie qu'il faut être capable d'identifier constamment les mêmes structures de

³ le terme de "lecture" est couramment utilisé pour l'estimation de l'âge basée sur l'identification des structures de croissance observées.

croissance. La répétabilité de la procédure d'estimation (biais interne) doit être déterminée et les âges estimés doivent être calibrés (biais externe) avec d'autres experts (Chapitre 12).

10.1. 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. 41 et 42).

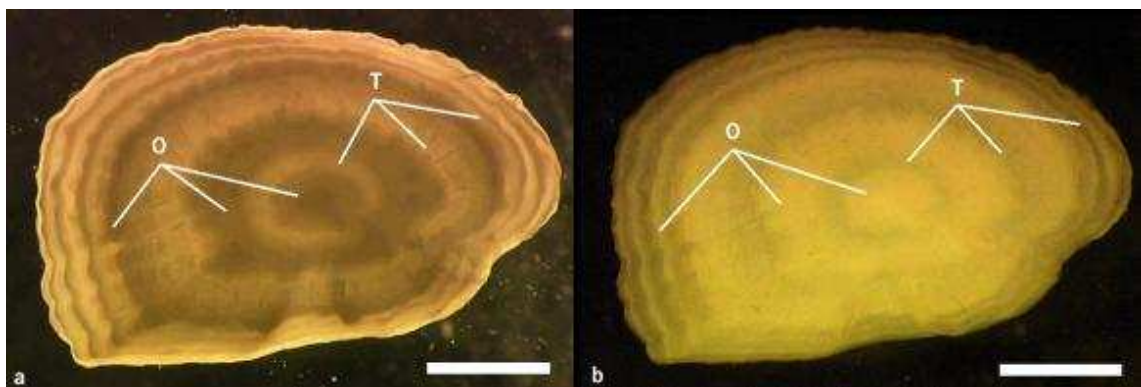


Figure 42 : Otolithe entier de plie commune, *Pleuronectes platessa* (47 cm TL), montrant les zones opaques (O) et translucides (T) observées sous une lumière transmise (a) et sous une lumière réfléchie sur un fond noir (b). Les zones opaques sont sombres sous une lumière transmise et lumineuses sous une lumière réfléchie, et c'est l'inverse pour les zones translucides. Echelle = 2 mm. (In Panfili *et al.*, 2002).

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.

10.2. Interprétation des structures

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. 43).

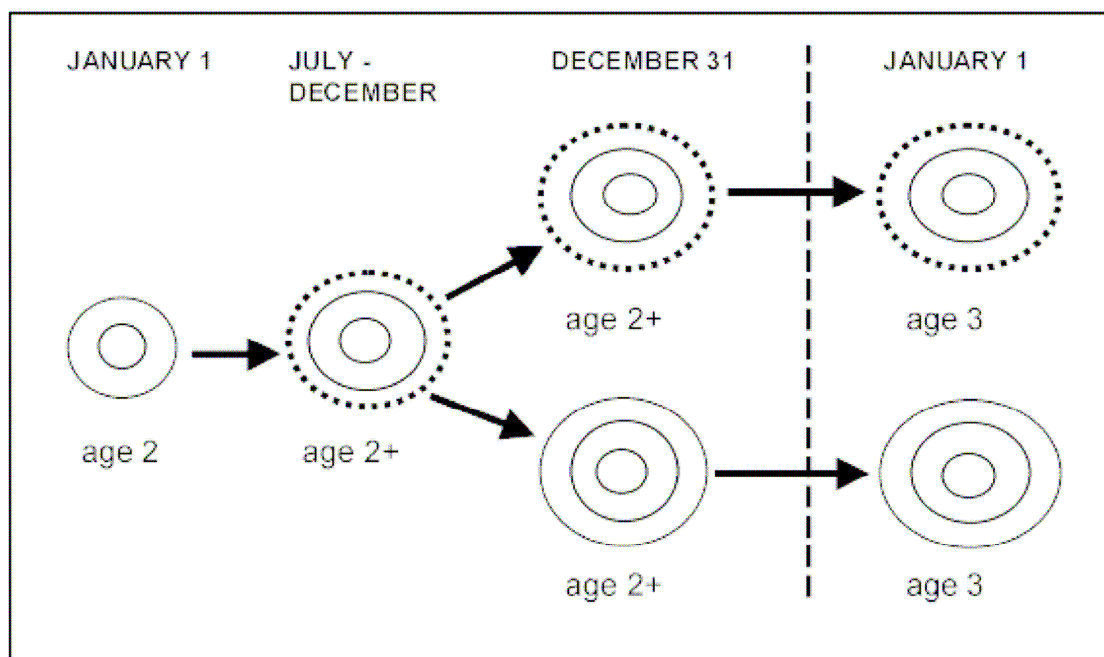


Figure 43 : Ce schéma représente un otolithe montrant des étapes de croissance à partir du 1^{er} janvier durant 1 an. Les lignes noires pleines représentent les anneaux translucides qui alternent avec des zones blanches larges représentant des zones opaques. Les lignes en pointillées indiquent un anneau 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 calculé à partir des tables de décision suivantes (Tab. 2 In Bellail, 2005).

Tableau 2 : 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).

Nature du bord	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Translucide large	Age = n	Age = n	Age = n-1 ⁴	Age = n-1
Translucide étroit	Age = n	Age = n	Age = n-1	Age = n-1
Opaque large	Age = n+1	Age = n+1	Age = n	Age = n
Opaque étroit	Age = n+1	Age = n+1	Age = n	Age = n

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...

⁴ 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.

10.3. Exemples

10.3.1. Merlan

La période de naissance se situe au printemps, l'otolithe commence donc tout naturellement par une zone de croissance opaque autour du *nucleus*. Puis la zone translucide commence à partir du mois de septembre. Chez un otolithe d'un an du mois de juin, on retrouve la structure d'un otolithe du groupe 0 plus un anneau opaque en périphérie. Chez un otolithe de 2 ans du mois de juin, on retrouve toujours les structures précédentes plus un anneau translucide et un anneau opaque en formation (Fig. 44).

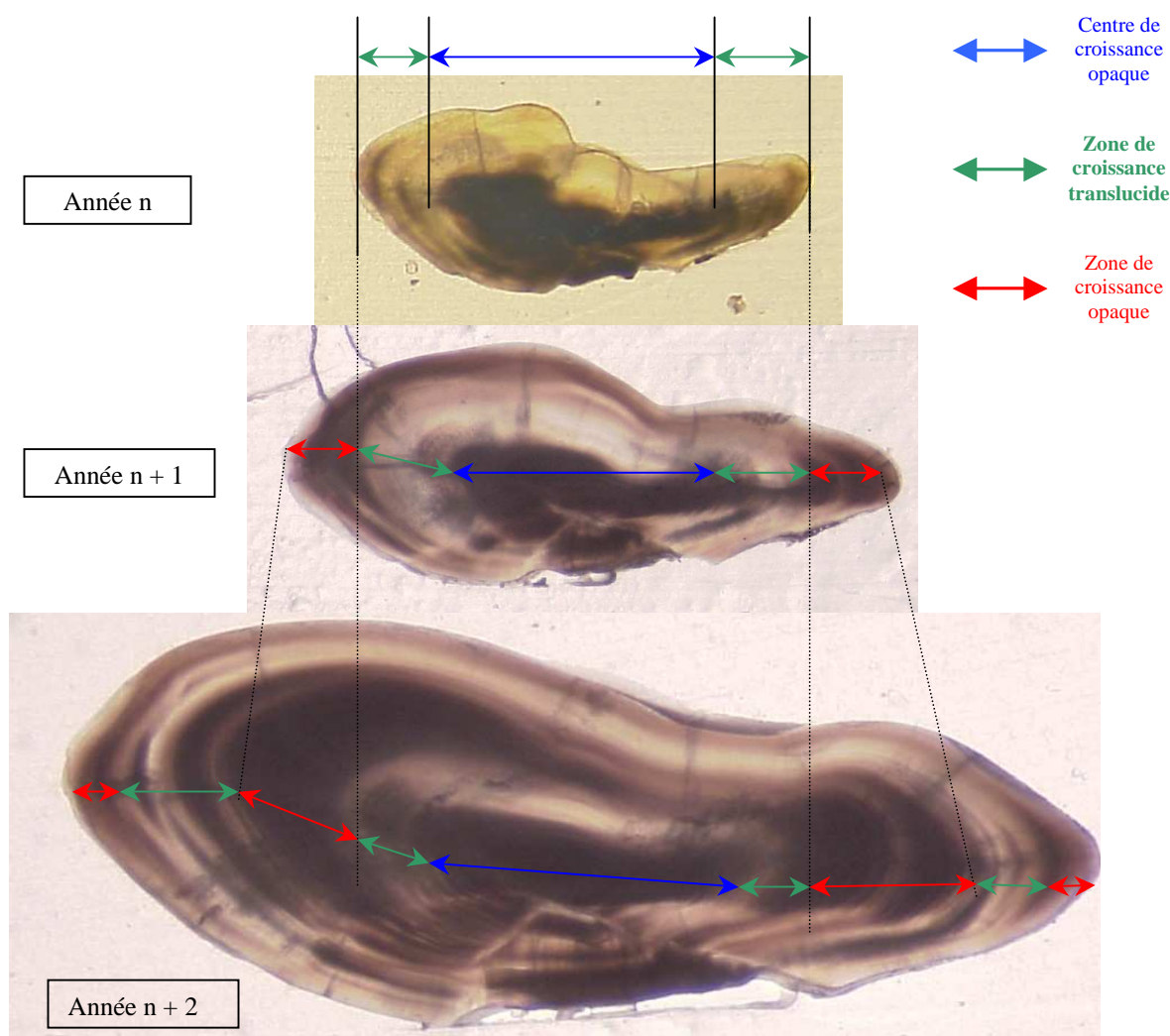


Figure 44 : 3 coupes d'otolithes en lumière transmise des 3 premières années de vie du merlan.

Les coupes d'otolithes de merlan présentent des anneaux qui ne sont pas liés à la croissance appelés aussi faux anneaux (Fig. 45). Ces petites zones opaques ont été appelées "Humphries' shadow", lors d'un atelier en 1987 à Dublin, en référence à notre ancien collègue anglais Colan Humphries qui présenta oralement cette particularité. La figure 44 présente ces faux anneaux.

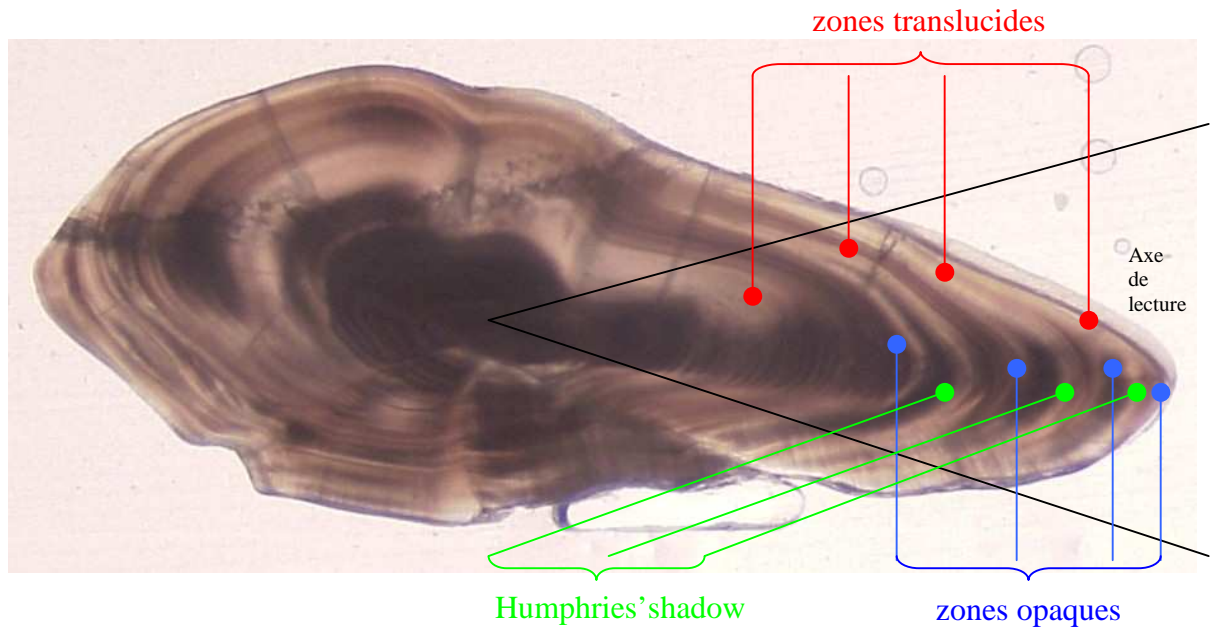


Figure 45 : Estimation de l'âge en dénombrant les anneaux hyalins (merlan de 4 ans).

10.3.2. Cardine

Selon les recommandations des groupes de travail sur la cardine (Anon., 1991, 1995 & 1997), les zones de lecture utilisées nécessitent d'avoir les 2 otolithes entiers (Fig. 46).

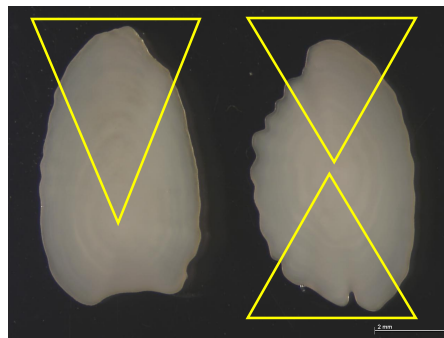


Figure 46 : Zone de lecture sur les otolithes entiers droit et gauche de cardine.

La période de reproduction se situant au printemps, le centre de l'otolithe est composé de matière opaque correspondant à une zone de croissance autour du *nucleus*, du début de la vie du poisson jusqu'à la fin de l'automne ou début de l'hiver. Puis des matières translucides sont déposées durant l'hiver.

Les zones de croissance rétrécissent au cours de la vie du poisson traduisant une réduction du taux de croissance avec l'âge (Fig. 47).

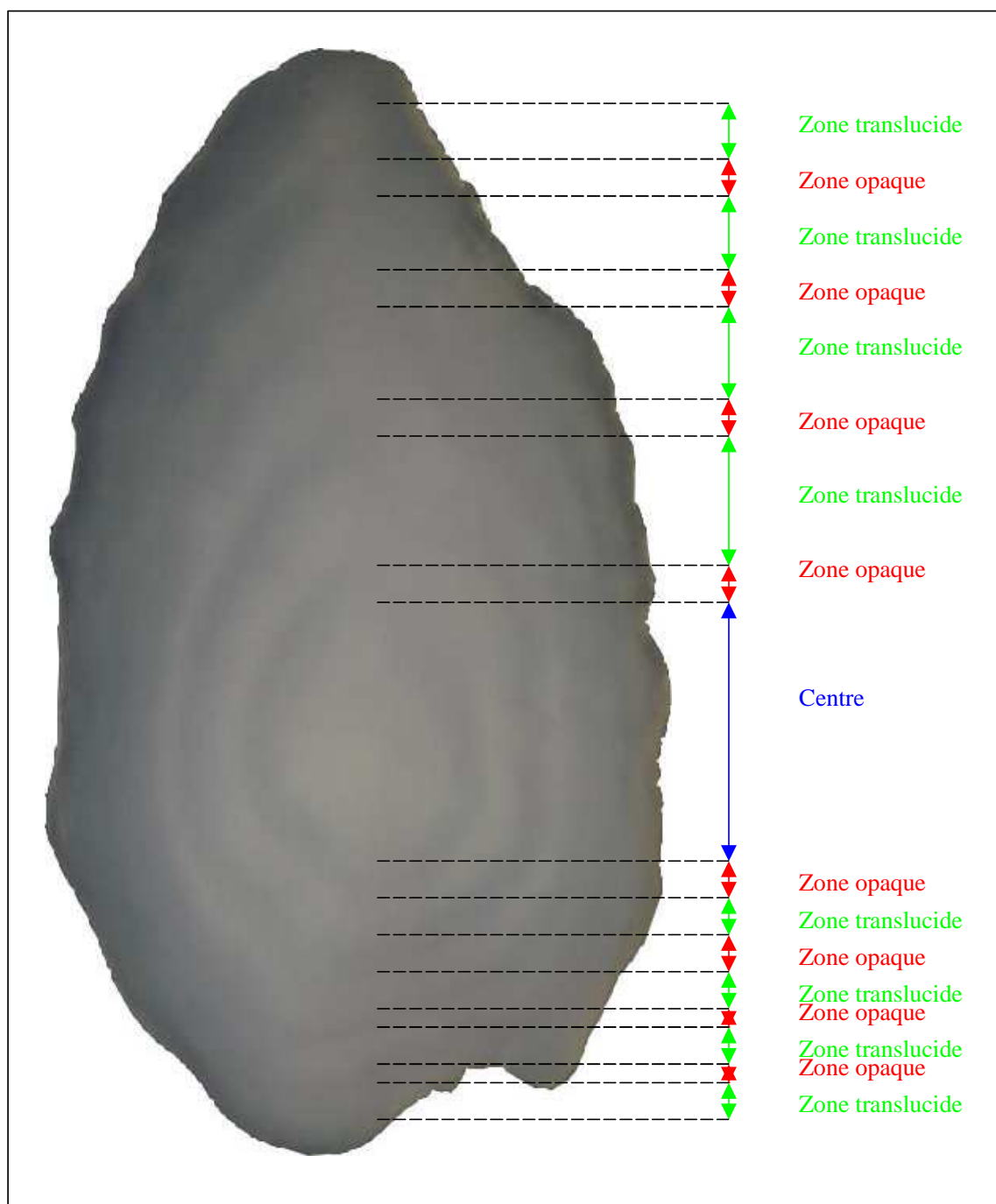


Figure 47 : Visualisation de l'apparition des anneaux autour du *nucleus* chez un otolithe entier de cardine, en lumière réfléchi, montrant successivement une alternance de zones opaques et translucides.

Les structures observables pour un groupe d'âge n sont aussi observables pour un groupe d'âge $n+1$ (Fig. 48).

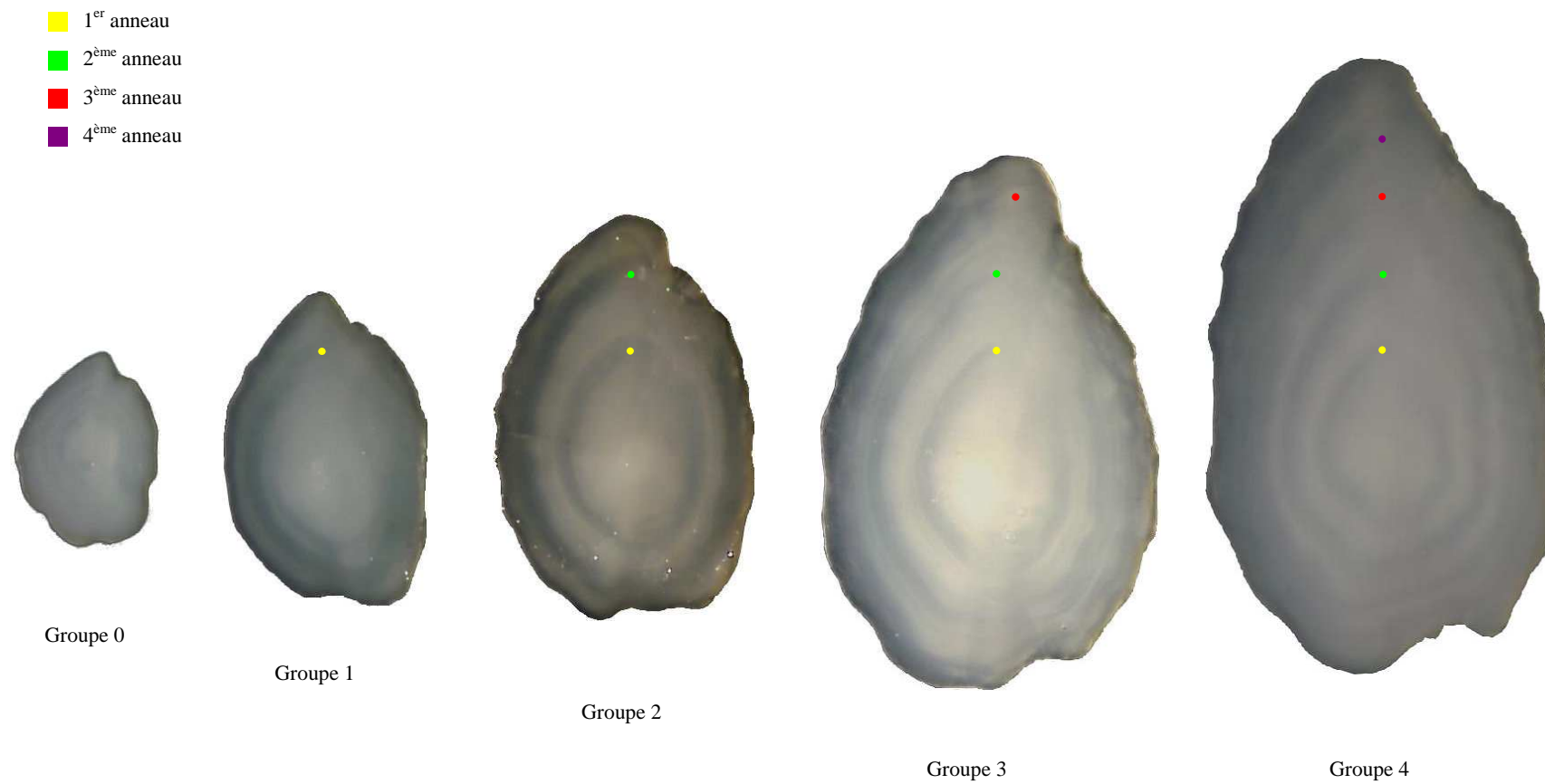


Figure 48 : Images interprétées d'otolithes de cardines des groupes d'âge 0, 1, 2, 3 et 4 au trimestre 4.

10.3.3. Daurade royale

Pour les écailles de daurades royales, la lecture est effectuée en lumière transmise. L'estimation de l'âge peut généralement être réalisée sur une large zone de lecture, car les anneaux peuvent généralement être suivis sur toute la surface de l'écaille (Fig. 49).

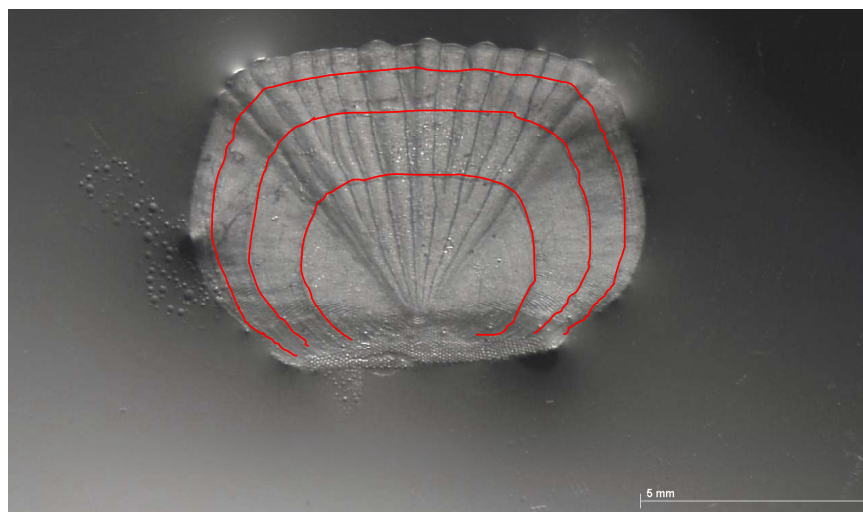


Figure 49 : Ecailles de daurades royales avec identifications des anneaux de croissance.

Cependant la zone de lecture est restreinte avec la plus grande distance entre le bord et le centre de croissance de l'écaille (Fig. 50).

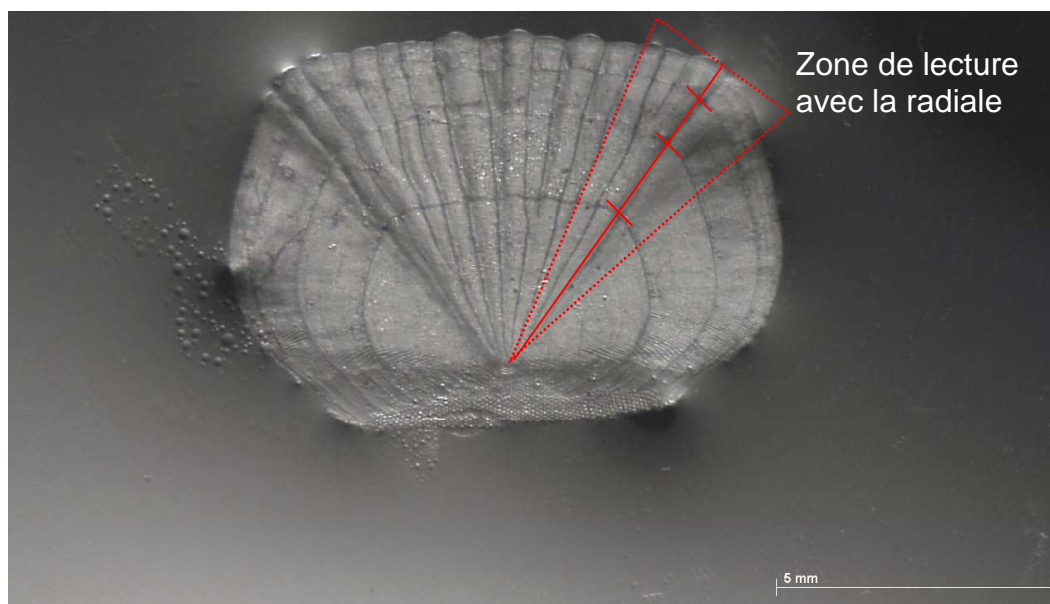


Figure 50 : Zone préférentielle de lecture sur les écailles de daurade royale.

La période de naissance se situe à la fin de l'hiver, l'écaille commence donc tout naturellement par une zone de croissance au printemps, ensuite la croissance se ralentit et une marque hivernal apparaît (Fig. 51).

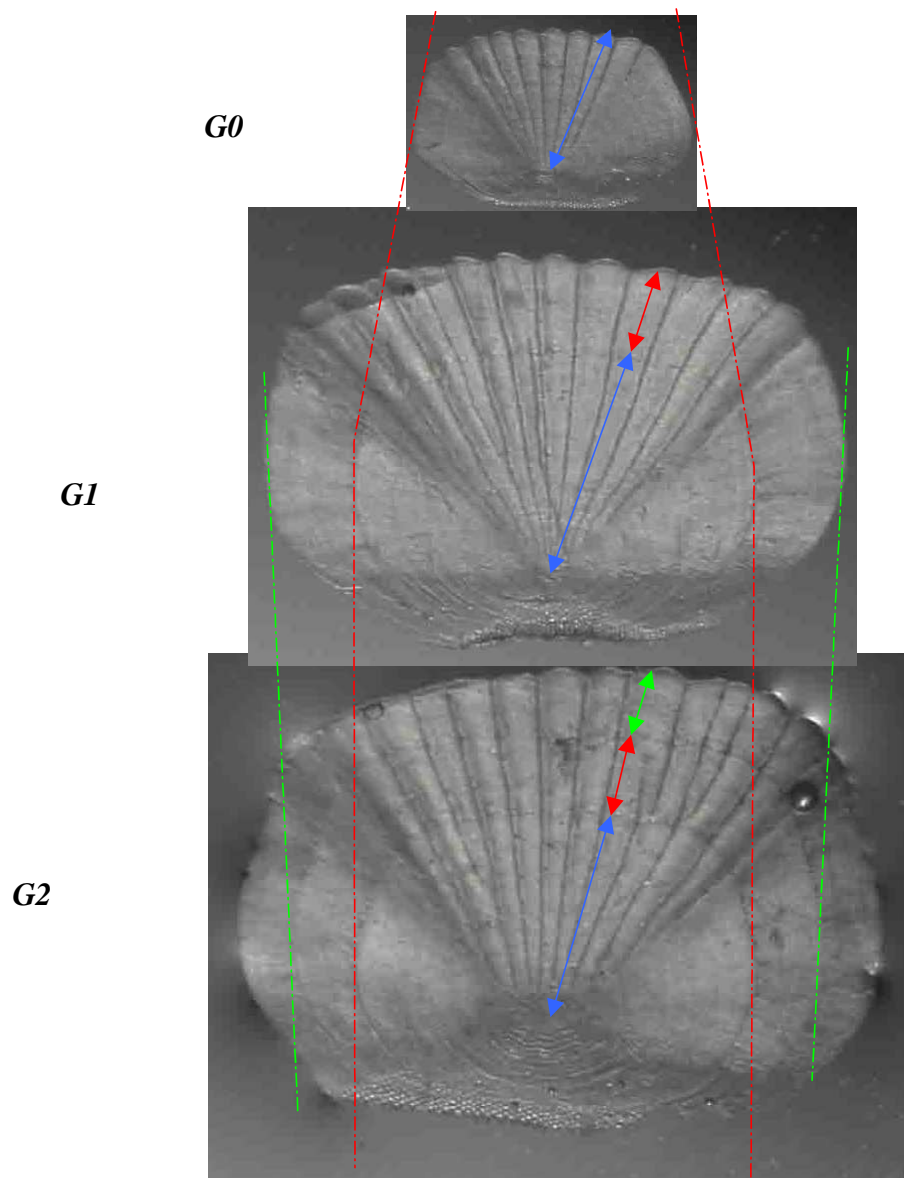


Figure 51 : Ecailles des 3 premiers groupe d'age de daurade royale (écailles du second semestre).

10.3.4. Eglefin

Chez l'églefin, la coupe d'otolithe est interprétée dans la région dorsale comme le montre la figure 52.

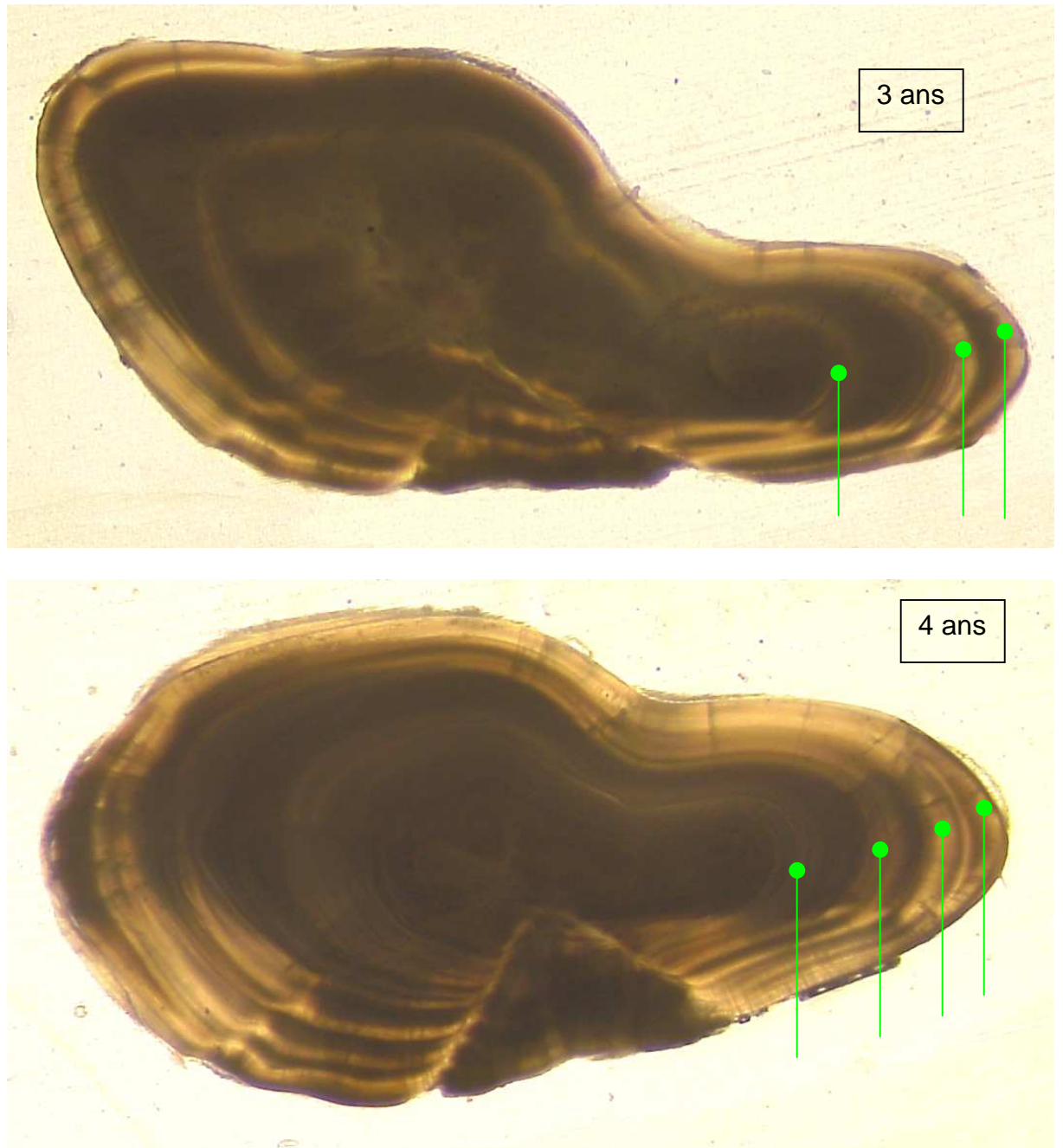


Figure 52 : Estimation de l'âge à partir de coupes d'otolithes d'églefin prélevés au 2^{ème} trimestre en lumière transmise (en vert, les zones translucides).

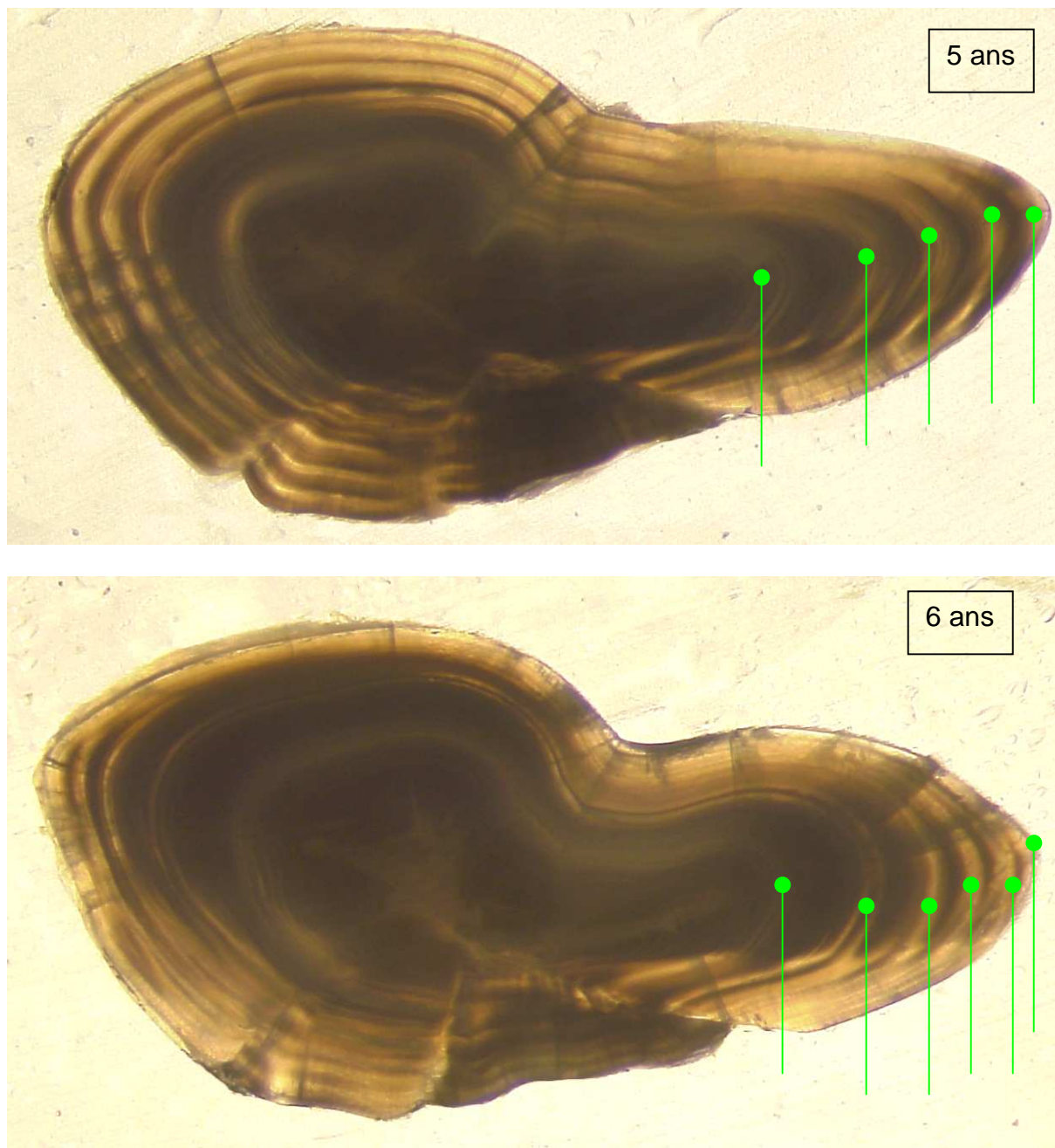


Figure 52 (suite) : Estimation de l'âge à partir de coupes d'otolithes d'églef prélevés au 2^{ème} trimestre en lumière transmise (en vert, les zones translucides).

10.3.5. Lieu noir

Les structures (*sulcus*, *nucleus*, anneaux opaques et translucides) sont bien visibles sur les coupes de lieu noir (Fig. 53).

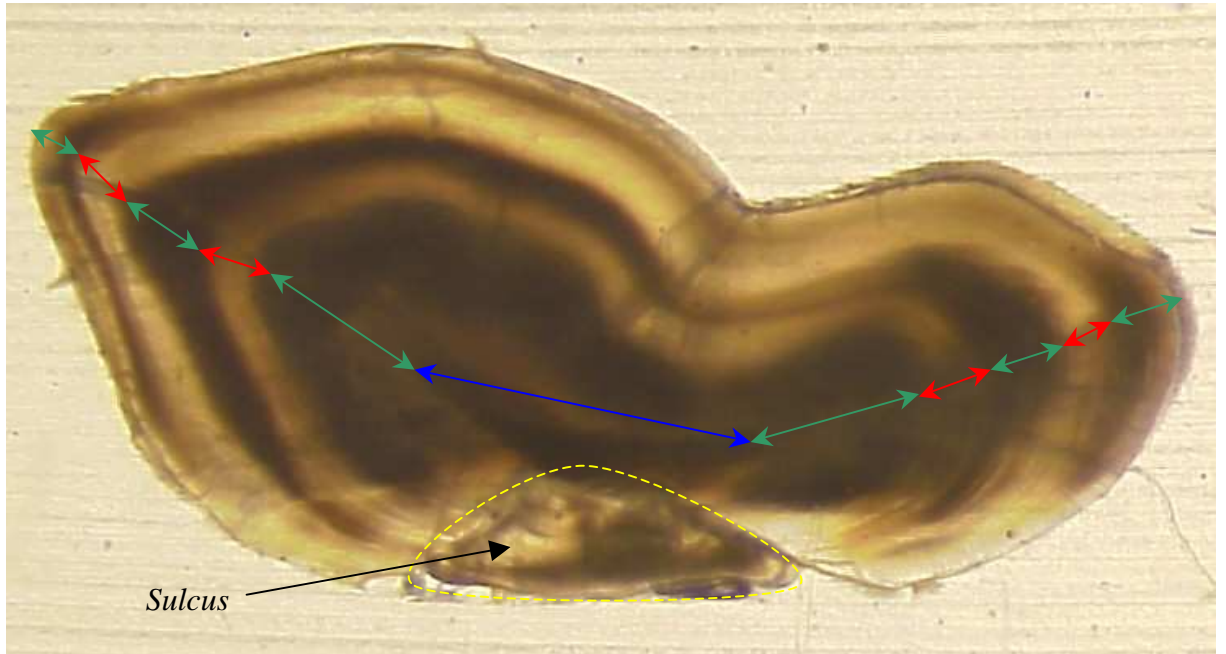


Figure 53 : Interprétation d'une coupe fine d'un otolithe de lieu noir (prélevé au 3^{ème} trimestre) âgé de 2 ans en lumière transmise (bleu : *nucleus* ; vert : anneau opaque, rouge : anneau translucide).

10.3.6. Rouget barbet

Pour l'observation de l'otolithe de rouget barbet, il y a 3 axes préférentiels de lecture (Fig. 54).

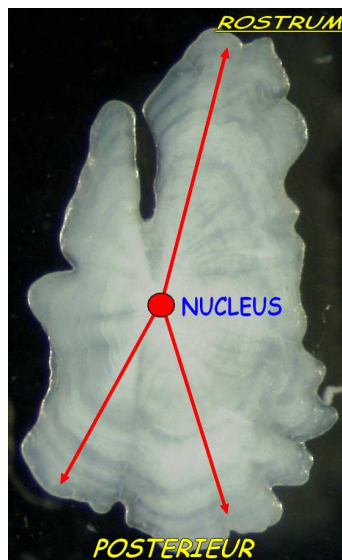


Figure 54 : Axes de lecture préférentiels sur un otolithe entier de rouget barbet de roche en lumière réfléchie.

Les anneaux opaques sont plus facilement observables après brûlage (Fig. 55).

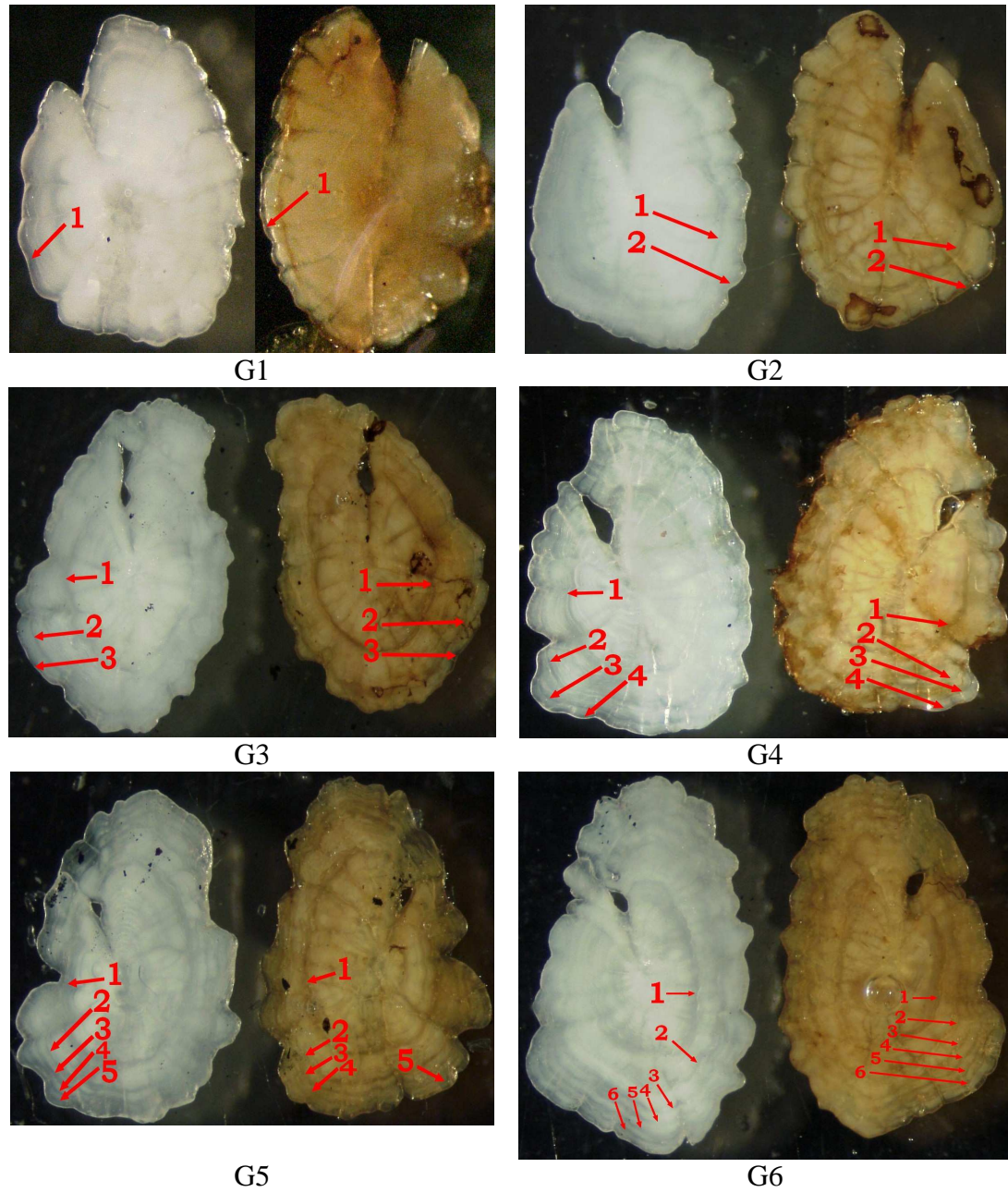


Figure 55 : Estimation d'âge (groupe d'âge G1 à G6) sur des otolithes entiers de rouget barbet avant et après brûlage en lumière réfléchie (date de prélèvement : 1^{er} semestre). Les anneaux opaques comptabilisés sont indiqués en rouge.

11. Fourniture et archivage des estimations d'âge

11.1. Estimation d'âge et paramètres biologiques associés

Depuis le 1^{er} janvier 2008, lors du prélèvement des pièces calcifiées, un fichier standardisé Excel (format du projet européen COST) est complété selon un protocole défini (Mahé *et al.*, 2007a). Lors de l'estimation de l'âge, celui est finalisé (Tab. 3).

Tableau 3 : Exemple de remplissage du fichier standard d'archivage des données d'âge avec les données biologiques associées.

Date	Navire	Engin	Numero_Trait	Lieu	Espece	Code_Espece
-1	-1	-1	-1	-1	Sole commune	3121
-1	-1	-1	-1	-1	Sole commune	3121
30/09/2004	101987	-1	-1	XBL	Plie	3115
15/10/2004	278970	OTB	10	CGFS	Plie	3115
28/09/2005	273888	OTB	-1	UCH	Sole commune	3121
11/10/2005	101717	GTR	-1	LCN	Sole commune	3121

Zone	Division	Annee	Trimestre	Cat	Description	Increment	Unite_Taille	Taille	Unite_Poids
MCE	7d	2003	1	-1	-1	-1	cm	-1	-1
MCE	7d	2003	2	3	Longueur totale	1	cm	29	gr
MCE	7d	2004	3	2	Longueur totale	0.5	cm	36	gr
MCE	7d	2004	4	-1	Longueur totale	1	cm	30	gr
MCO	7e	2005	3	3	Longueur totale	1	cm	31	gr
MCE	7d	2005	4	3	Longueur totale	1	cm	30	gr

Poids	Presentation	Sexe	Maturite_Echelle	Maturite	Reference_Prelevement
-1	-1	-1	-1	-1	-1
216	Plein	M	7	1	P1-MED-MB-023
500	Vidé	-1	5	4	P1-MED-MB-024
266	Plein	M	7	2	P1-MED-MB-025
294	Plein	I	7	2	P1-MED-MB-026
320	Plein	F	7	2	P1-MED-MB-027

Type_PC	Preparation_PC	Poids_PC	Age	Reference_PC	Observations
O	Entier	0.005	2	JLD_06_B1_C1_O001	-1
-1	-1	-1	-1	-1	Otolithe cassé
-1	-1	-1	-1	-1	-1
E	Coupe	0.0056	2	JLD_06_B1_C1_O003	-1
O	Coupe	0.0093	4	JLD_06_B1_C1_O004	-1
I	Coupe	0.005	2	JLD_06_B1_C1_O005	-1

Actuellement le fichier utilisé est à la version 4.

Tous ces fichiers sont stockés au sein d'une base Access qui utilisent les référentiels Harmonie (Base Access Bargeo ; Fig. 56) qui permet de gérer toutes ces données et de

fournir les clés taille/âge aux groupes de travail européens dans les divers format demandés.

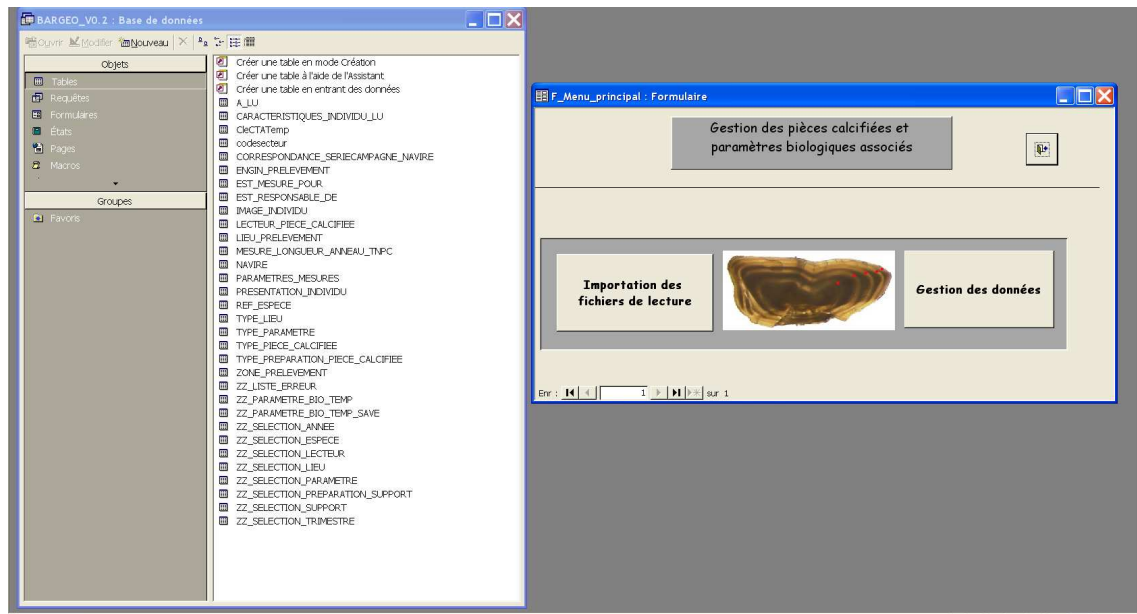


Figure 56 : Base de gestion des pièces calcifiées et paramètres biologiques associés.

11.2. Images calibrées et interprétées

Depuis le 1^{er} janvier 2008, les images et leurs interprétations sont toutes stockées sur un disque réseau selon un protocole défini (Mahé *et al.*, 2007b).

12. Qualité des lectures

La répétabilité de la procédure d'estimation (biais interne) doit être déterminée et les âges estimés doivent être calibrés (biais externe) avec d'autres experts (experts européens et le deuxième lecteur français). De même, la validation de la formation des anneaux de croissance permet d'accroître la précision de lecture.

L'expérience du lecteur est un facteur essentiel pour pouvoir réduire les différents biais possibles. Cependant, des lecteurs expérimentés pour une espèce particulière peuvent eux-mêmes donner des résultats inexacts pour une nouvelle espèce.

Après avoir atteint un certain niveau d'expertise dans les estimations d'âge, des précautions doivent être prises pour conserver ce savoir et éviter que la méthode mise au point ne se dégrade ou évolue avec le temps. C'est une phase essentielle pour assurer une qualité optimale des procédures d'estimation de l'âge

12.1.1. Binôme de lecteurs français par stock

Il est nécessaire d'avoir des binômes par espèce (Tab. 4) car l'absence d'un lecteur peut être remplacé par un second lecteur. Cependant, pour cela, il est nécessaire de réaliser des doubles lectures indépendantes pour chacune des espèces/stocks actuellement

étudiées de façon à estimer la précision intra-lecteur et inter-lecteurs. A ce propos, l'accès à des images sur un disque réseau permet de faciliter les doubles lectures.

Tableau 4 : Liste des stocks suivis par la France avec le 1^{er} et le 2nd lecteurs identifiés.

Stocks	1 ^{er} lecteur	2 ^{ème} lecteur
Anchois Méditerranée	Jean-Hervé Bourdeix	Erwan Duhamel
Anchois VIII	Erwan Duhamel	Patrick Grellier
Anchois VIII stade larvaire	Patrick Grellier	
Bar VIIId-h, VIII	Jérôme Huet	Stéphane Martin
Baudroies VII-VIII	Joël Dimeet	
Cardine VII, VIIIA,b	Océann Lizaud	Romain Elleboode
Daurade Royale Méditerranée	Romain Elleboode	Kélig Mahé
Eglefin IVb,c	Jérôme Félix	Jean Louis Dufour
Eglefin VII b-k	Jérôme Félix	Jean Louis Dufour
Grenadier Atlantique NE	Romain Elleboode	
Hareng IVc, VIIId	Didier Le Roy	Yves Vérin
Lieu noir IV	Jérôme Félix	Jean Louis Dufour
Lieu noir VIa	Jérôme Félix	Jean Louis Dufour
Merlan IVbc, VIIId	Jean Louis Dufour	Robert Bellail
Merlan VIIe-k	Jean Louis Dufour	Robert Bellail
Merlu IIA-VIIIab	Jean Louis Dufour	Robert Bellail
Merlu Méditerranée	Jean Louis Dufour	
Morue 3Ps	Jean Louis Dufour	
Morue IVbc, VIIId	Jean Louis Dufour	Robert Bellail
Morue VIIe-k	Jean Louis Dufour	Robert Bellail
Plie IVbc, VIIId	Marie Line Manten	Romain Elleboode
Rouget barbet de roche Méditerranée	Romain Elleboode	Kélig Mahé
Rouget barbet de vase Méditerranée	Romain Elleboode	Kélig Mahé
Rouget barbet de roche IVbc, VIIId	Romain Elleboode	Kélig Mahé
Sardine Méditerranée	Jean-Hervé Bourdeix	Erwan Duhamel
Sardine VIII	Erwan Duhamel	
Sole IVbc, VIIId	Romain Elleboode	Anne Boiron
Sole VIIe	Romain Elleboode	Anne Boiron
Sole VIIIab	Anne Boiron	Romain Elleboode
Sprat IVbc, VIIId	Didier Le Roy	Yves Vérin
Tacaud norvégien IV	Jean Louis Dufour	

12.1.2. Echanges et Workshops européens

Durant ces échanges et workshops, les échantillons utilisés n'ont pas été validés donc "l'âge vrai" n'est pas connu. Ainsi, ces groupes de travail permettent de connaître la précision (precision) des estimations d'âge entre lecteurs mais pas l'exactitude (accuracy) des estimations d'âge (Secor *et al.*, 1995 ; Panfili *et al.*, 2002 ; ICES, 2007) (Fig. 57).

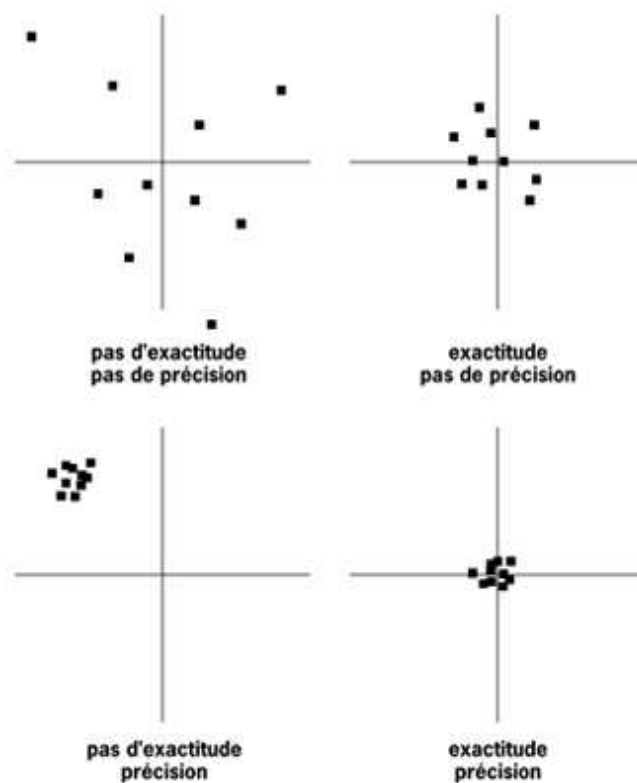


Figure 57 : Exactitude et précision dans les études de sclérochronologie. Les résultats des estimations d'âge (carrés noirs) sont tracés par rapport à la vraie valeur de l'âge (intersection des axes X et Y). L'exactitude correspond à la proximité par rapport à la vraie valeur tandis que la précision correspond à la proximité de mesures répétées (*In Panfili et al., 2002*).

La synthèse des résultats des échanges auxquels ont participé les lecteurs français est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Liste des échanges et workshops auxquels ont participé les lecteurs français. Pour chaque échange, l'espèce, l'année, le mode de préparation de la pièce calcifiée et la zone concernée sont indiqués. Pour chaque lecteur, le pourcentage d'accord avec les autres lecteurs (Agrément) et le biais externe (biais) sont notés.

Espèce	Année	Mode de préparation	Zone	Lecteur 1	Lecteur 2	Lecteur 3
Rouget barbet de vase	2008	Otolithe Entier	Méditerranée	Romain Elleboode Agrément : 38,3% biais: -0,67	Kélig Mahé Agrément : 55,0% biais: -0,4	Didier Le Roy Agrément : 45% biais: -0,62
Rouget barbet de roche	2008	Otolithe Entier	Manche Est (VIId)	Romain Elleboode Agrément : 87,3% biais: -0,08	Kélig Mahé Agrément : 95,2% biais: 0,05	Didier Le Roy Agrément : 87,3% biais: 0,13
Rouget barbet de roche	2008	Otolithe Entier Brulé	Manche Est (VIId)	Romain Elleboode Agrément : 87,3% biais: -0,03	Kélig Mahé Agrément : 88,9% biais: 0,06	Didier Le Roy Agrément : 84,1% biais: 0,14
Merlan	2005	Coupe d'Otolithe	Manche Est (VIId) mer du Nord (IV)	Jean Louis Dufour Agrément : 88,9% biais: 0,04	Robert Bellail Agrément : 93% biais: 0,01	
Merlan	2005	Otolithe Cassé	Manche Est (VIId) mer du Nord (IV)	Jean Louis Dufour Agrément : 79,4% biais: 0,03	Robert Bellail Agrément : 73,2% biais: -0,13	
Lieu noir	2008	Coupe d'Otolithe	mer du Nord (IV)	Jérôme Félix Agrément : 92,9% biais: 0,06	Jean Louis Dufour Agrément : 98,7% biais: -0,01	Romain Elleboode Agrément : 94,8% biais: -0,02
Grenadier de roche	2008	Coupe d'Otolithe	Ouest Ecosse (VI)	Romain Elleboode Agrément : 37,5% biais: -0,30	Jean Louis Dufour Agrément : 28,9% biais: 0,66	
Baudroie blanche	2004	Coupe d'Illicium	Manche (VII)	Joël Dimeet Agrément : 32,4% biais: 0,74		
Anchois	2006	Otolithe Entier	Golfe de Gascogne (VIII)	Erwan Duhamel Agrément : 92,8% biais: 0,03	Patrick Grellier Agrément : 85,4% biais: 0,13	
Sardine	2005	Otolithe Entier	Golfe de Gascogne (VIII)	Erwan Duhamel Agrément : 92,5% biais: -0,05		
Sprat	2004	Otolithe Entier	mer du Nord (IV)	Yves Vérin Agrément : 71,3% biais: -0,24	Jean Louis Dufour Agrément : 79% biais: 0,02	
Morue	2008	Coupe d'Otolithe	mer du Nord (IV)	Jean Louis Dufour Agrément : 76,9% biais: 0,14	Robert Bellail Agrément : 90,7% biais: -0,07	
Plie	2003	Coupe d'Otolithe	Manche Est (VIId)	Marie Line Manten Agrément : 85,6% biais: 0,00	Jean Louis Dufour Agrément : 84,7% biais: -0,01	
Plie	2003	Otolithe Entier	Manche Est (VIId)	Marie Line Manten Agrément : 81% biais: -0,18	Jean Louis Dufour Agrément : 82,5% biais: -0,16	
Sole	2008	Coupe d'Otolithe	Manche Est (VIId)	Romain Elleboode Agrément : 91,6% biais: 0,04		
Sole	2007	Coupe d'Otolithe	Golfe de Gascogne (VIII)	Anne Boiron Agrément : 84,6% biais: 0,19		

12.1.3. Validation de la formation de l'anneau de croissance

Il existe 2 méthodes :

- ❖ Méthode Qualitative : Cette méthode consiste à évaluer la présence ou l'absence d'une marque de croissance donnée (selon les propriétés optiques du matériel de croissance déposé) sur le bord d'une pièce calcifiée et à exprimer les résultats sous la forme de pourcentages pour la population étudiée.
- ❖ Méthode Quantitative : Cette méthode consiste à mesurer les distances séparant les dernières marques de croissance sur le bord d'une pièce calcifiée. L'axe de mesure choisi et la description des marques utilisées doivent être rigoureusement standardisés.

Parmi les espèces suivies en routine, le suivi de la formation de l'anneau de croissance a été réalisé pour le rouget barbet de roche, le merlan et la sardine. Cependant, la standardisation des images avec les mesures permettra de réaliser un tel suivi pour l'ensemble des espèces traitées.

12.1.3.1. Rouget barbet de roche

La périodicité d'apparition des anneaux de croissance sur les otolithes a été vérifiée en calculant l'accroissement entre la dernière et l'avant-dernière strie ou l'allongement marginal (A.M.). La périodicité de l'apparition des anneaux sur les otolithes de rougets barbets a été vérifiée à partir d'un échantillon de 93 poissons dont 84 femelles. Les variations de l'allongement marginal de l'otolithe en fonction du temps chez les femelles et les mâles sont comparables (Fig. 58). Ainsi, à partir de mai jusqu'à fin décembre, il y a une période active d'allongement au cours de laquelle la distance entre le dernier anneau hivernal et le bord de l'otolithe s'accroît. A l'inverse, de janvier à mai, l'allongement marginal est ralenti. Ces observations confirment l'identification des anneaux translucides comme marques hivernales et leur utilisation possible comme marques annuelles, dans la détermination de l'âge.

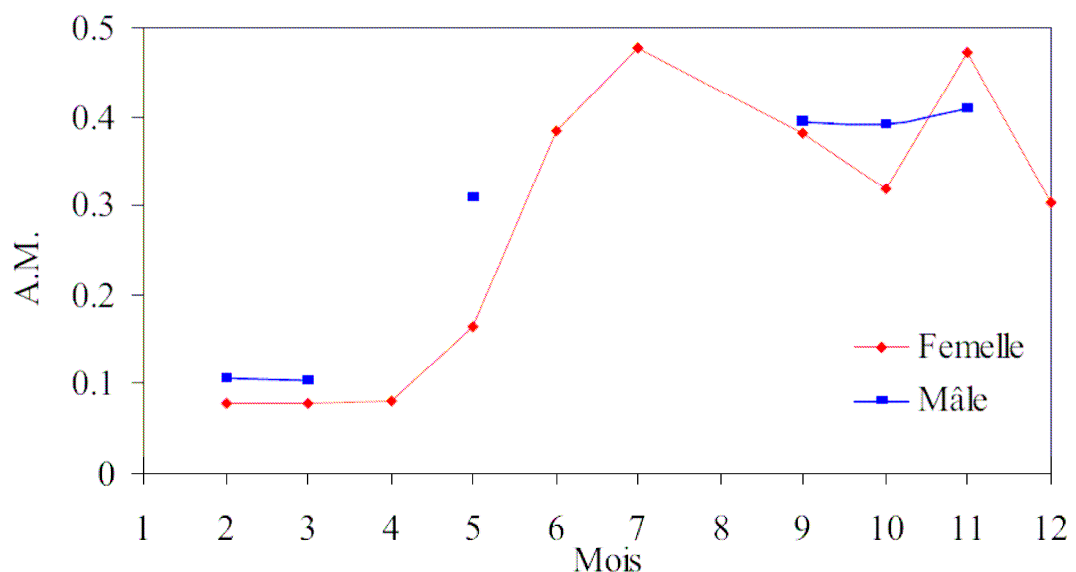


Figure 58 : Allongement Marginal (A.M.) des otolithes de rouget barbet de roche en Manche Est au cours de l'année 2004 (In Mahé *et al.*, 2005).

12.1.3.2. Merlan

L'analyse de l'accroissement marginal selon la méthode qualitative sur le bord dorsal des otolithes de merlan de mer Celtique (VII f,g,h) pour une validation indirecte des estimations d'âge a commencé en janvier 1996 et demeure pratiquement continue sauf en juin 2004 où l'échantillonnage des débarquements commerciaux n'a pas été réalisé. On remarque que le modèle de croissance utilisé (une zone saisonnière opaque et une zone saisonnière translucide se déposent chaque année) est globalement vérifié avec quelques fluctuations inter-annuelles (Fig. 59). Les variations de l'ordre de 10% ne sont que le reflet des fluctuations liées aux différentes marées échantillonnées en VII f,g,h.

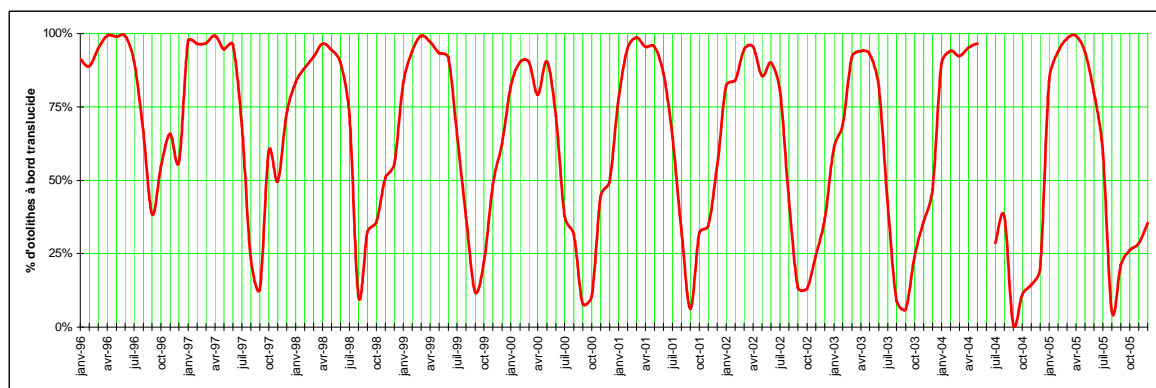


Figure 59 : Suivi annuel de la croissance des otolithes de merlan de mer Celtique issus de l'échantillonnage mensuel de débarquements commerciaux. Tous âges confondus (de 1 à 11 ans). 15608 otolithes examinées.

Le cycle annuel moyen entre 1996 et 2005 montre que de janvier à juillet, le bord dorsal des otolithes est majoritairement translucide. Le maximum de bords opaques est observé en septembre (Fig. 60). Les données expérimentales montrent que plus de 80% des otolithes présentent un bord translucide en janvier alors qu'il n'y en a qu'environ 50% en décembre. Ceci est le résultat d'une combinaison entre la part relative de chaque cohorte en début d'année et en fin d'année. Les plus vieux poissons sont plus abondants au 1^{er} semestre, pendant la période de reproduction, et ensuite relativement rares dans les débarquements. Au contraire, les poissons de 1 an n'apparaissent dans les débarquements qu'en juillet au plus tôt et ceux de 2 ans sont plus abondants au second semestre. Un troisième facteur très fluctuant, la proportion variable des captures non débarquées, est également influant mais inconnu. D'une marée à l'autre, selon les opportunités de marché, des poissons commercialisables seront ou non conservés et débarqués. Les résultats de l'analyse des otolithes provenant uniquement des débarquements commerciaux sont donc aussi à l'image de pratiques d'exploitation changeantes.

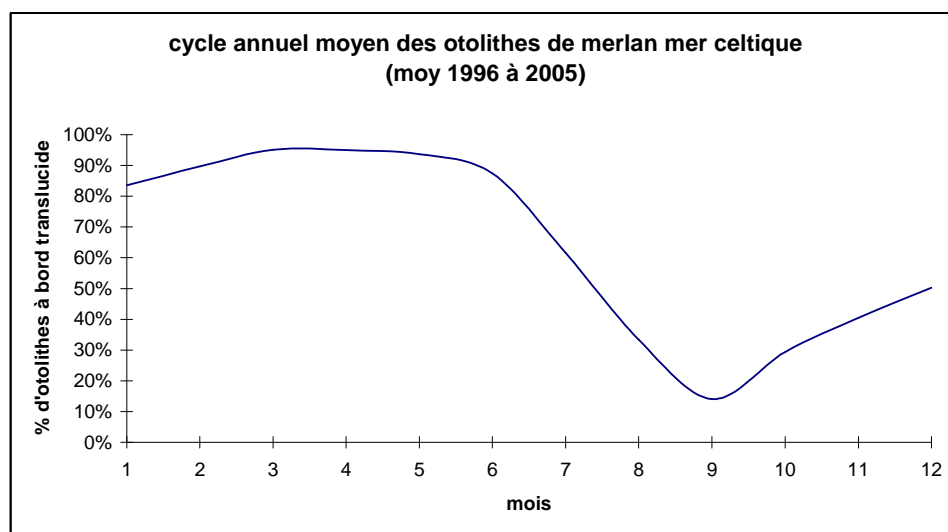


Figure 60 : Cycle annuel moyen de croissance des otolithes de merlan en mer Celtique.

L'analyse selon les groupes d'âge montre une augmentation ponctuelle de la proportion d'otolithes à bord translucide en mai pour les poissons de 2 ans après une reprise précoce de la croissance opaque annuelle (Fig. 61). Il est possible que ce phénomène soit lié à la première maturité sexuelle des jeunes merlans. Les données de maturité sexuelle collectées pendant la campagne EVHOE 2002 ont montré que 13% des merlans de 1 an sont matures, 97% à 2 ans et 100% à 3 ans et plus (Bellail, 2003).

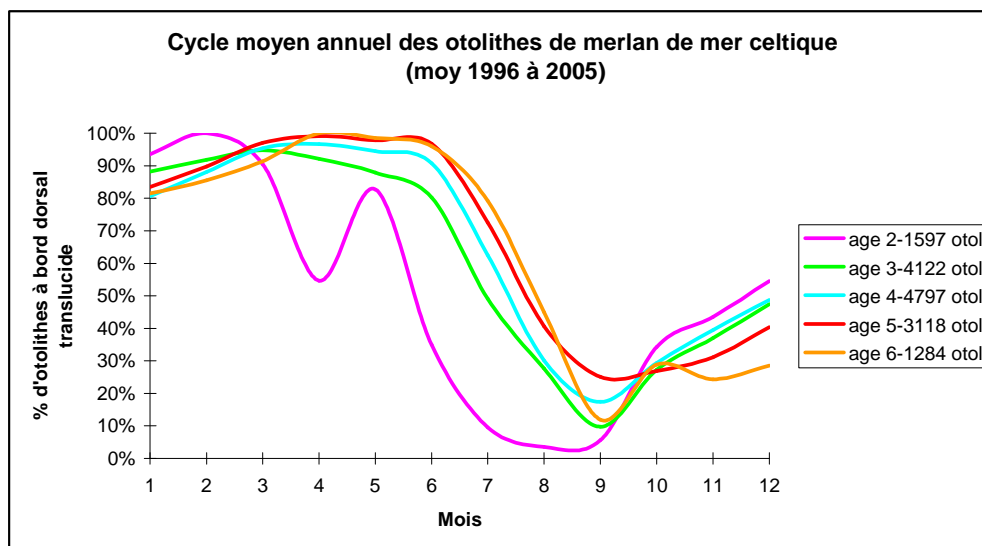


Figure 61 : Cycle annuel moyen de croissance par groupe d'âge des otolithes de merlan de mer Celtique.

L'analyse d'otolithes prélevées sur une même cohorte abondante, la classe 1999, suivie de 2000 à 2005 (Fig. 62), montre aussi que dès avril l'accroissement marginal de l'otolithe est opaque dans environ 35% des observations à 2 ans, suivi d'un bord translucide non périodique en mai dans environ 85% des observations. Chez les poissons plus âgés, plus de 50% des otolithes présentent un bord opaque à partir de juillet-août avec un maximum assez constant en septembre.

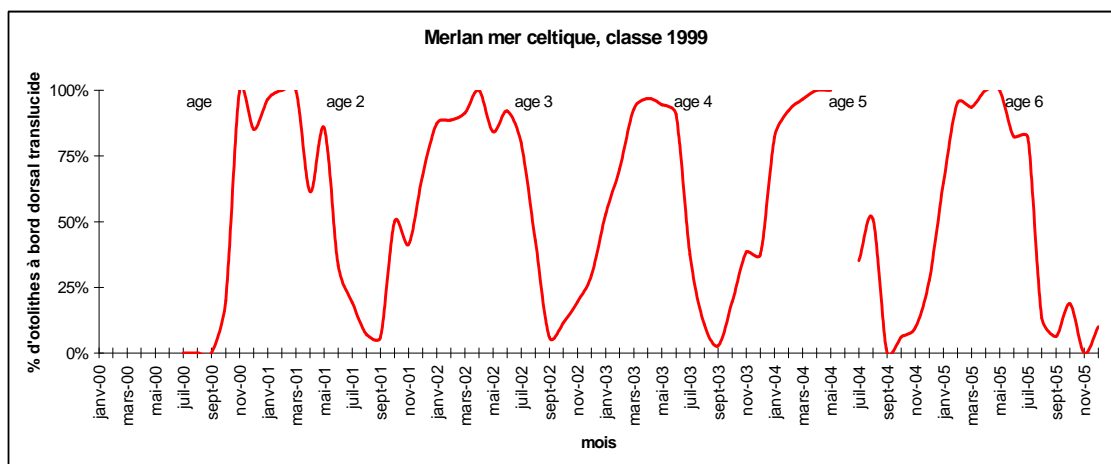


Figure 62 : Cycle annuel de croissance d’otolithes de merlans de la classe 1999 en mer Celtique.

En pratique, ces observations montrent qu’au 1^{er} semestre, les otolithes présentent plutôt un bord dorsal translucide à l’exception de certains otolithes de 2 ans qui présentent une mince zone translucide surnuméraire se déposant en avril-mai et précédée par une zone opaque considérée incomplète. En outre, les plus jeunes otolithes (1 et 2 ans) ont pratiquement terminé leur cycle annuel de croissance avant la fin de l’année calendaire.

12.1.3.3. Sardine

L’analyse de l’accroissement marginal selon la méthode qualitative des otolithes de sardine s’est déroulé de mai à décembre 2005 dans le golfe de Gascogne (1341 individus échantillonnés). Il faut préciser que la qualification du bord des otolithes de sardine en opaque ou translucide n’est pas chose aisée en raison de la finesse du bord qui aboutit à une plus faible fiabilité des résultats.

Les résultats tous âges confondus montrent un modèle de croissance avec une périodicité d’1 an et la formation d’un anneau opaque en été (juillet à septembre) et d’un anneau translucide en hiver (Fig. 63).

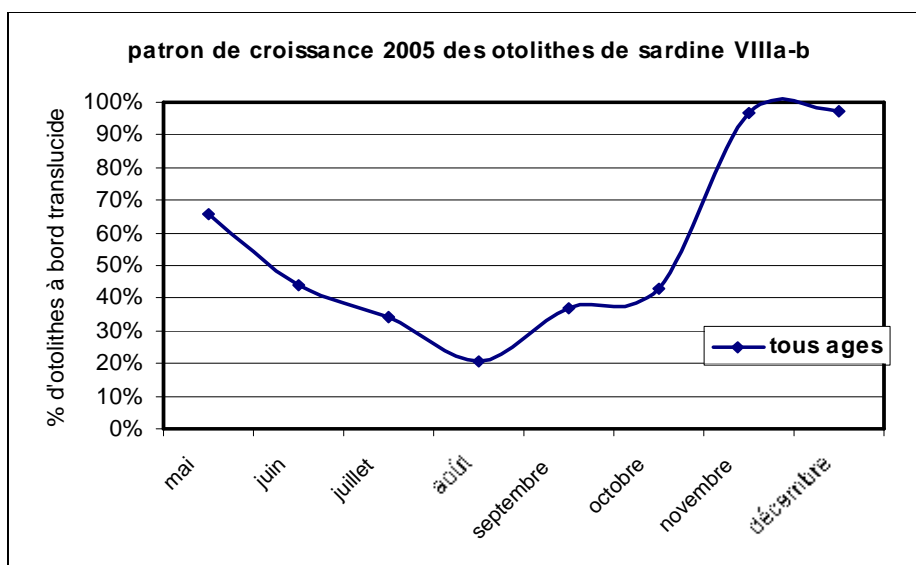


Figure 63 : Evolution de la nature du bord des otolithes de sardine, tous âges confondus, du golfe de Gascogne en 2005.

On peut observer que la croissance est décalée dans le temps en fonction de l'âge des individus : en effet, au mois de mai, les jeunes sardines (1 an) ont d'ores et déjà repris leur croissance (seulement 14 % de bords translucides), alors que les otolithes d'individus plus âgés (5 ans) présentent tous un bord translucide, preuve que leur croissance n'a pas encore repris (Fig. 64).

Cette série de données sur la nature du bord devra être complétée afin d'avoir un jeu de données complet sur une année.

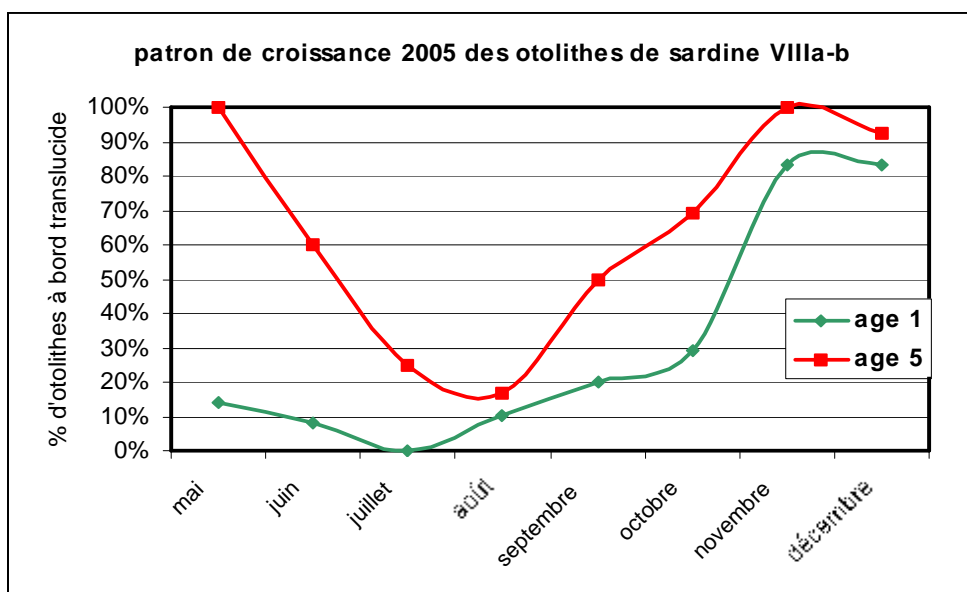


Figure 64 : Evolution de la nature du bord des otolithes de sardine des groupes d'âge 1 et 5 du golfe de Gascogne en 2005.

13. Conclusion

Ce rapport est une synthèse des 42 rapports réalisés sur les techniques, les analyses et les habilitations des méthodes employées pour estimer l'âge des poissons à partir des pièces calcifiées et ainsi fournir ces données aux groupes de travail européens d'évaluation de stock. Annuellement, en France, près de 50 000 pièces calcifiées sont traitées par le personnel de l'Ifremer.

L'otolithe est la pièce calcifiée la plus utilisée. Cependant, pour certaines espèces, les écailles sont utilisables et permettent d'obtenir de bons résultats. C'est le cas pour la daurade royale et le bar. De plus, actuellement, l'*illicium* est utilisé pour estimer l'âge des baudroies mais cela fait débat au sein de la communauté scientifique européenne... Pour toutes les autres espèces suivies, l'otolithe est utilisé. Chez certaines espèces de petits pélagiques (anchois, hareng, sprat et sardine), l'otolithe peut être interprété directement. Cela est possible car ce sont des espèces à durée de vie très courtes donc les otolithes présentent peu de marques de croissance et sont faiblement épais. Pour les rougets barbets et les grondins, les otolithes entiers sont préalablement brûlés avant d'être interprétés.

Pour la majorité des otolithes traitées en routine, les otolithes sont coupés. Cette technique a été décrite par Bedford en 1983. Depuis, les modifications et le développement du matériel décrit dans ce rapport permettent de nombreux améliorations tant sur la vitesse d'exécution que sur la précision.

Les développements d'analyse d'images avec le logiciel TNPC réalisés à l'Ifremer depuis plusieurs années permettent de réaliser des images calibrées et interprétées de toutes les pièces calcifiées traitées en routine. Ceci est une grande avancée dans le traitement et l'archivage des pièces calcifiées.

La standardisation des méthodes, de la gestion des données, des images et interprétations s'intègrent directement dans un processus de démarche Qualité dans le traitement de ces données. De même, le nombre d'échanges et workshops européens augmentant fortement actuellement, permettra une meilleur inter-calibration des lectures européennes pour une espèce donnée.

Le traitement numérique des pièces calcifiées en routine permettra de faciliter les exercices d'inter-calibrations entre lecteurs et de valider la formation des anneaux de croissance pour la totalité des espèces mais cela devra être complété dans l'avenir par des études permettant d'analyser l'exactitude des estimations d'âge.

Bibliographie

Almeida, F.P. & Sheehan, T.F. (eds.), 1997. Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species. (<http://www.nefsc.noaa.gov/femad/pbio/fbi/age-man.html>)

Anonyme, 1991. Report of the Workshop on Megrin Otolith and Fin Rays Age Reading. 11p.

Anonyme, 1995. Report of the Working Group on the assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. 6-15 September 1994. *ICES CM 1995/Asses*, 6 : 545-598.

Anonyme, 1997. Report of the Workshop on Megrin Otolith and Fin Rays Age Reading. 15p.

Anonyme, 2004. Otolith Training Online, *Marine Institute*. 73p. (<http://www.marine.ie/home/publicationsdata/data/OtolithTrainingOnline.htm>)

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

Bedford, B.C., 1975. A new technique for reading otoliths. *ICES Document CM 1975/F*: 36. 3p.

Bedford, B.C., 1983. A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 41: 4-12.

Bellail, R. 2003. Revision of maturity ogive of Celtic sea whiting. WD 1 of the Report of the SSDS Working group. *ICES CM 2004/ACFM* : 03.

Blacker, R.W., 1974. Recent advances in otolith studies. *In Sea Fisheries Research*, pp. 67-90. *Ed. by F. R. Harden Jones. Elek Science*, London.

Bouain, A. & Siau, Y., 1988. A new technique for staining fish otoliths for age determination. *Journal of Fish Biology*, 32 : 977-978.

Brothers, E.B., 1987. Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies. *In The age and growth of fish* (Summerfelt, R.C. & Hall, G.E., ed.), pp. 319-330. Ames, Iowa, USA: The Iowa State University Press.

Casselmann, J.M., 1974. Analysis of hard tissue of pike *Esox lucius* L. with special reference to age and growth. *In The ageing of fish* (Bagenal, T.B., ed.), pp. 13-27. Old Woking, UK: Unwin Brother's Limited.

Casselmann, J.M., 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures: techniques and tools. *In Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, Billfishes, and Sharks* (Prince, E.D. & Pulos, L.M., ed.), NOAA Technical Report pp. 1-17 NMFS 8.

Christensen, J.M., 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. *J. Cons. Int. Explor. Mer* , 29(1) : 73-81.

- Easey, M.W. & Millner, R.S., 2008. Improved methods for the preparation and staining of thin sections of fish otoliths for age determination. *Sci. Ser. Tech Rep., Cefas Lowestoft*, 143 : 12p.
- Fablet, R. & Ogor, A., 2005. TNPC : Digitised Processing for Calcified Structures. 44p.
- ICES, 2007. Report of the Planning Group on Commercial Catch, Discards and Biological Sampling (PGCCDBS), 5–9 March 2007, Valetta, Malta. ACFM:09. 115p.
- Laurec, A. & Le Guen, J.C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées, Rapports scientifiques et techniques, Tome 1, 45 : 117p.
- Mahé, K., Destombes, A., Coppin, F., Koubbi, P., Vaz, S., Le Roy, D. & Carpentier, A., 2005. Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. Rapport de Contrat CRPMEM Nord Pas de Calais. 197p.
- Mahé, K., Dufour, J.L. & Ogor, A., 2006. T.N.P.C. 4.2, Traitement Numérique des Pièces Calcifiées, Guide d'utilisation pas à pas, R.INT.HMMN/2006-11-24 31p.
- Mahé, K., Vigneau, J. & Badts, V., 2007a. Saisie des paramètres biologiques. Manuel d'utilisation du fichier : Parametres biologiques v3.xls, R.INT.HMMN/2007-07-23, 27p.
- Mahé, K., Dufour, J.L., Elleboode, R. & Manten, M.L., 2007b. Protocole de classification des images TNPC et données attachées, R.INT.HMMN/2007-07-24, 13p.
- McCurdy, W., 1985. A low speed alternative method for cutting otolith sections. *J. Cons. Perm. Int. Explo r. Mer.*, 42 : 186-187.
- Mosegaard, H., Morales-Nin, B., Weidman, C.R., Geffen, A.J., Arneri, E., Millner, R., Panfili, J. & Folkvord, A., 1998. Otolith thin-section preparation: some problems and new developments. In Otolith preparation and analysis (Wright, P.J., ed.), EFAN Report 2/1998, pp. 11-22.
- Panfili, J., Pontual, H. (de), Troadec, H. & Wright, P.J. (eds.), 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons. Coédition Ifremer-IRD, 464p.
- Secor, D.H., Dean, J.M. & Campana, S.E., 1995. Recent developments in fish otolith research, *Univ. of South Carolina Press. Columbia, S.C.* 730p.
- Simkiss, K., 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. In *The ageing of fish* (Bagenal, T.B., ed.), pp. 1-12. Old Woking, Surrey, UK: Unwin Brothers Ltd.
- Sych, R., 1974. The sources of errors in ageing fish and considerations of the proofs of reliability. In *The ageing of fish* (Bagenal, T.B., ed.), pp. 78-86. London, UK: Unwin Brothers Ltd.
- Taning, A.V., 1938. A method for cutting section of otoliths of cod and other fish. *Journal du Conseil*, vol. XIII (2) : 213-216.

Wiedemann Smith, S., 1968. Otolith age reading by means of surface structure examination. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 32: 270-277.

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.

Table des illustrations

Figure 1: Espèces traitées en routine dans le cadre de la DCR pour l'estimation de l'âge par secteur géographique. La pièce calcifiée utilisée est indiquée pour chaque espèce.	10
Figure 2 : Carte des eaux européennes avec le découpage défini par le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer).	11
Figure 3 : Echantillonnage de bars en criée.	13
Figure 4 : Position de la coupe frontale du crâne (trait rouge).	14
Figure 5 : Position de la coupe frontale inversée du crâne (trait blanc).	14
Figure 6 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe frontale sur un poisson rond (<i>In Panfili et al., 2002</i>).	14
Figure 7 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe frontale sur un poisson plat.	15
Figure 8 : Position de la coupe transversale du crâne.	15
Figure 9 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe transversale sur un poisson rond (<i>In Panfili et al., 2002</i>).	15
Figure 10 : Prélèvement des otolithes à partir d'une coupe ventrale de la tête à travers les branchies sur un poisson rond (<i>In Panfili et al., 2002</i>).	16
Figure 11 : Prélèvement des écailles sous la nageoire caudale (zone de prélèvement en rouge) chez le bar et la daurade royale (photographies Pierre Porché).	16
Figure 12 : Prélèvement des écailles sous la nageoire caudale d'un bar en criée.	17
Figure 13 : Prélèvement de l' <i>illicium</i> chez les baudroies (axe de coupe en rouge).	17
Figure 14 : Pochettes en papier et micro-tubes utilisés par le stockage des pièces calcifiées.	18
Figure 15 : Stockage des écailles de bar en pochettes et classeurs.	18
Figure 16 : Différence pour un même individu entre écaille régénérée (A.) ne permettant d'observer tous les anneaux de croissance et écaille non régénérée (B.).	21
Figure 17 : Positionnement de 5 écailles entre 2 lames de verre pour l'estimation d'âge.	22
Figure 18 : Trie des écailles.	22
Figure 19 : Ecailles illisibles dues au champ postérieur trop important par rapport au champ antérieur.	23
Figure 20 : Placement des otolithes des petits pélagiques dans les alvéoles d'une plaque en plastique noir.	24
Figure 21 : Plaque avec des puits contenant des otolithes de sardine et remplis de résine Eukitt.	24
Figure 22 : Otolithes entiers de cardines préalablement nettoyés et immergés dans de l'eau.	25
Figure 23 : Observations comparées d'otolithes entiers de rouget barbet avant et après brûlage.	25
Figure 24 : Brûlage des otolithes de rougets barbets.	26
Figure 25 : Coupes d'otolithes de merlan de mer Celtique inclus en résine noire et en résine translucide (repère en bas à gauche).	27
Figure 26 : Moule d'inclusion en aluminium poli doté de repères gravés.	28
Figure 27 : Tronçonneuse Servocut A250 [®] automatique d'ESCIL à vitesse rapide.	29
Figure 28 : Tronçonneuse Brillant 250 [®] automatique d'Escil à vitesse rapide.	29
Figure 29 : Tronçonneuse Isomet [®] de Buehler à vitesse lente.	30
Figure 30 : Système de positionnement numérique des otolithes.	31
Figure 31 : Inclusion des otolithes de plie dans la résine.	31

Figure 32 : Schéma de coupe des otolithes.	32
Figure 33 : Lames minces successives d'une même rangée d'otolithes (merlan de mer Celtique) inclus en résine noire et en résine translucide.	33
Figure 34 : Tronçonneuse Brillant 221 [®] automatique d'Escil à vitesse variable (400 à 6000 tours/minute).	30
Figure 35 : Otolithe de sole coupé puis coloré (anneaux de croissance marqués par les points noirs).	33
Tableau 1 : Pièce calcifiée et son mode de préparation pour l'estimation de l'âge des espèces traitées en routine par la France.	34
Figure 36 : Logiciel TNPC [®] développé par l'IFREMER en collaboration avec la société Noesis (Pour plus d'informations : http://www.ifremer.fr/lasaa/TNPC/Tnpc4_2English.htm).	35
Figure 37 : Système d'estimation de l'âge et de la croissance assistée par ordinateur.	36
Figure 38 : Acquisition des images directement à l'aide du logiciel TNPC (<i>In Mahé et al.</i> , 2006).	36
Figure 39 : Interprétation d'une pièce calcifiée à l'aide du logiciel TNPC (anneaux de croissance identifiés par des taquets ; <i>In Mahé et al.</i> , 2006).	37
Figure 40 : Observation d'une coupe fine d'otolithe de merlan sans liquide éclaircissant, avec de la glycérine et de l'alcool.	38
Figure 41 : Visualisation des zones opaques et translucides suivant le type de lumière utilisée (lumière réfléchie : A. ; lumière transmise : B.).	39
Figure 42 : Otolithe entier de plie commune, <i>Pleuronectes platessa</i> (47 cm TL), montrant les zones opaques (O) et translucides (T) observées sous une lumière transmise (a) et sous une lumière réfléchie sur un fond noir (b). Les zones opaques sont sombres sous une lumière transmise et lumineuses sous une lumière réfléchie, et c'est l'inverse pour les zones translucides. Echelle = 2 mm. (<i>In Panfili et al.</i> , 2002).	40
Figure 43 : Ce schéma représente 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 inachevé. Ce schéma présente les différentes possibilités observables au cours d'une année à compter du 1 ^{er} janvier (<i>In Anonyme</i> , 2006).	41
Tableau 2 : 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).	41
Figure 44 : 3 coupes d'otolithes en lumière transmise des 3 premières années de vie du merlan.	42
Figure 45 : Estimation de l'âge en dénombrant les anneaux hyalins (merlan de 4 ans).	43
Figure 46 : Zone de lecture sur les otolithes entiers droit et gauche de cardine.	43
Figure 48 : Images interprétées d'otolithes de cardines des groupes d'âge 0, 1, 2, 3 et 4 au trimestre 4.	45
Figure 49 : Ecailles de daurades royales avec identifications des anneaux de croissance.	46
Figure 50 : Zone préférentielle de lecture sur les écailles de daurade royale.	46
Figure 51 : Ecailles des 3 premiers groupes d'âge de daurade royale (écailles du second semestre).	47
Figure 54 : Axes de lecture préférentiels sur un otolithe entier de rouget barbet de roche en lumière réfléchie.	50

- Figure 55 : Estimation d'âge (groupe d'âge G1 à G6) sur des otolithes entiers de rouget barbet avant et après brûlage en lumière réfléchie (date de prélèvement : 1^{er} semestre). Les anneaux translucides comptabilisés sont indiqués en rouge. 51
- Tableau 3 : Exemple de remplissage du fichier standard d'archivage des données d'âge avec les données biologiques associées. 52
- Figure 56 : Base de gestion des pièces calcifiées et paramètres biologiques associés. 53
- Tableau 4 : liste des stocks suivis par la France avec le 1^{er} et le 2nd lecteurs identifiés. 54
- Figure 57 : Exactitude et précision dans les études de sclérochronologie. Les résultats des estimations d'âge (carrés noirs) sont tracés par rapport à la vraie valeur de l'âge (intersection des axes X et Y). L'exactitude correspond à la proximité par rapport à la vraie valeur tandis que la précision correspond à la proximité de mesures répétées (*In Panfili et al., 2002*). 55
- Tableau 5 : liste des échanges et workshops auxquels ont participé les lecteurs français. Pour chaque échange, l'espèce, l'année, le mode de préparation de la pièce calcifiée et la zone concernée sont indiqués. Pour chaque lecteur, le pourcentage d'accord avec les autres lecteurs (Agrément) et le biais externe (biais) sont notés. 56
- Figure 58 : Allongement Marginal (A.M.) des otolithes de rouget barbet de roche en Manche Est au cours de l'année 2004 (*In Mahé et al., 2005*). 57
- Figure 59 : Suivi annuel de la croissance des otolithes de merlan de mer Celtique issus de l'échantillonnage mensuel de débarquements commerciaux. Tous âges confondus (de 1 à 11 ans). 15608 otolithes examinées. 58
- Figure 60 : Cycle annuel moyen de croissance des otolithes de merlan en mer Celtique. 59
- Figure 61 : Cycle annuel moyen de croissance par groupe d'âge des otolithes de merlan de mer Celtique. 59
- Figure 62 : Cycle annuel de croissance d'otolithes de merlans de la classe 1999 en mer Celtique. 60
- Figure 63 : Evolution de la nature du bord des otolithes de sardine, tous âges confondus, du golfe de Gascogne en 2005. 60
- Figure 64 : Evolution de la nature du bord des otolithes de sardine des groupes d'âge 1 et 5 du golfe de Gascogne en 2005. 61


Annexe 1 : Fiches synthétiques sur le mode de préparation et l'interprétation de pièces calcifiées de plusieurs espèces

Les espèces présentées sont les suivantes :

- ❖ daurade royale
- ❖ églefin
- ❖ hareng et sprat
- ❖ lieu noir
- ❖ merlan
- ❖ morue
- ❖ plie
- ❖ rouget barbet de roche
- ❖ sole

Estimation de l'âge de la daurade royale en Méditerranée (Golfe du Lion)

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer




Daurade royale
Sparus aurata

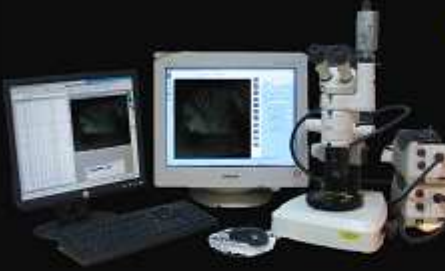
Poisson présent en Atlantique Nord Est des îles britanniques où il est très rare au Sénégal, en Méditerranée et en mer Noire.

Poisson démersal vivant de la côte jusqu'à 30 m de profondeur.

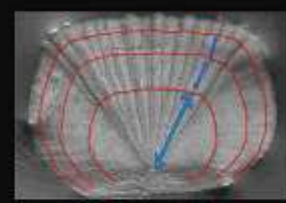
Poisson hermaphrodite qui acquiert sa maturité sexuelle à 2 ans pour devenir mâle puis femelle entre 3 et 5 ans.



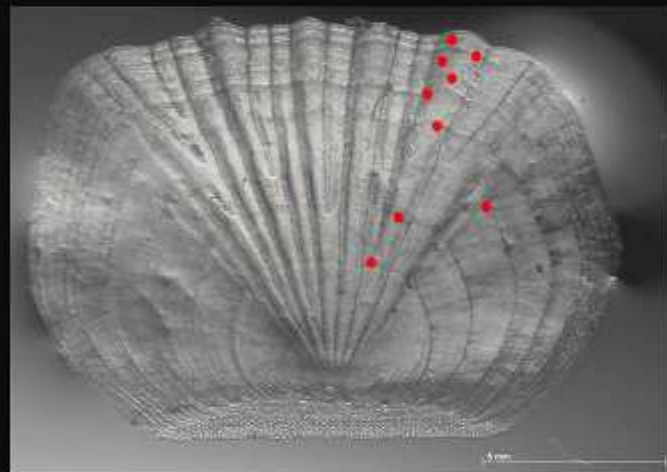
Ecaille élasmoïde de forme cténoïde



Préparation et mode d'observation :
L'écaille est immergée dans une solution aqueuse. Elle est observée sous une loupe binoculaire avec une lumière transmise pour estimer l'âge.

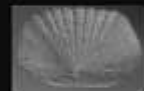


● Anneaux translucides
→ Anneaux opaques




9 ans

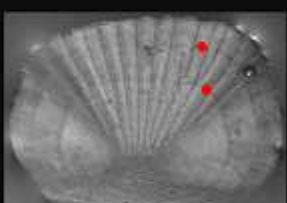
Toutes les observations sont réalisées en lumière transmise.



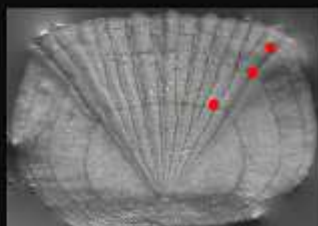
0 an



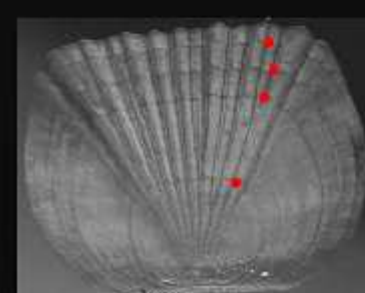
1 an



2 ans



3 ans



4 ans

Procédure d'estimation de l'âge :

Au premier semestre, si le bord est constitué d'un anneau translucide, celui-ci est compté.

Au deuxième semestre l'anneau translucide du bord n'est pas compté.

Toutes les écailles présentées, ont été prélevées au deuxième semestre.

Copyright IFREMER 2007

lfremer

Estimation de l'âge de l'églefin en mer du Nord


Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer

Poisson présent en Atlantique Nord-Est du nord de la Norvège et de l'Islande jusqu'au golfe de Gascogne.


Poisson benthique vivant de 40 à 300 m de fond avec des concentrations élevées entre 80 et 200 m de profondeur.

Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 2 et 5 ans et sa longévité serait de 14 ans.


lfremer




Eglefin
Melanogrammus aeglefinus



Faces concave et convexe de l'otolithe





Coupe dorso-ventrale



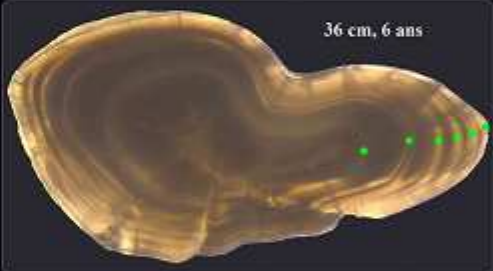
Tronçonneuse

Lecture des coupes fines






27 cm, 4 ans




36 cm, 6 ans

L'estimation de l'âge est obtenue en dénombrant les anneaux translucides




37 cm, 5 ans



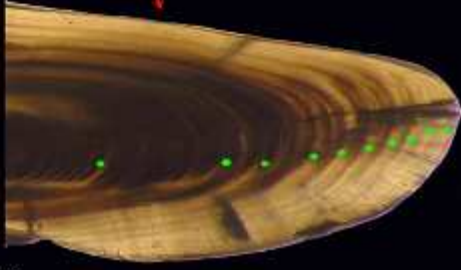
39 cm, 10 ans

Tous les otolithes présentés ont été prélevés au premier trimestre.

Pour les grands otolithes, il peut être nécessaire de réaliser des zooms sur les zones préférentielles pour estimer l'âge du poisson.



Zoom 2



Zoom 1


Toutes les observations sont réalisées en lumière transmise.

Copyright IFRIMER 2008

Estimation de l'âge du hareng et du sprat au sud mer du Nord

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer

Hareng
Clupea harengus




Poissons pélagiques

Poisson présent en Atlantique Nord-Est du nord de la Norvège et en mer Blanche jusqu'au golfe de Gascogne.

Poisson vivant de la côte à 200 m de profondeur.

Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 2 et 4 ans et sa longévité serait de 11 ans.

Sprat
Sprattus sprattus




Poisson présent en Atlantique Nord-Est des îles Lofoten jusqu'au golfe de Gascogne, au nord de la Méditerranée et en mer Noire.

Poisson vivant de la côte à 50 m de profondeur.

Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 0 et 2 ans et sa longévité serait de 6 ans.


Campagne scientifique : IBTS
International Bottom Trawl Survey



Le N/O Thalassa


Prélèvement :

Tous les otolithes sont prélevés pendant la campagne scientifique IBTS qui a lieu chaque année au premier trimestre et qui couvre le sud de la mer du Nord. Les traits sont réalisés à l'aide d'un chalut de fond à grande ouverture verticale (GOV).




Préparation et lecture des otolithes :

Tous les otolithes sont nettoyés puis placés (face convexe visible) dans les alvéoles d'une plaque en résine noire avant d'être recouverts d'une résine translucide. Après séchage de la résine, les otolithes sont lus pendant la campagne scientifique sous loupe binoculaire.

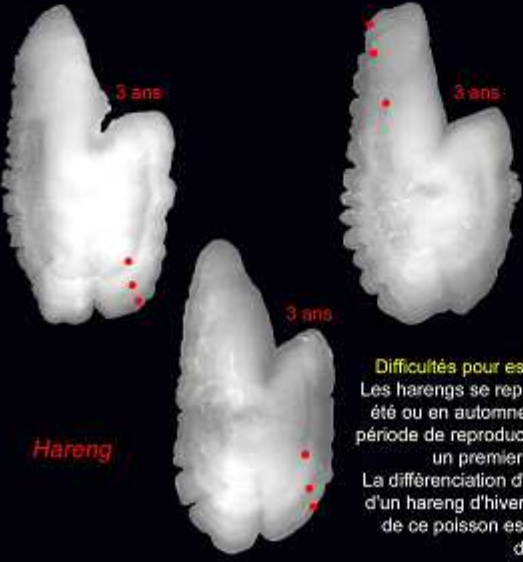


otolithes de hareng

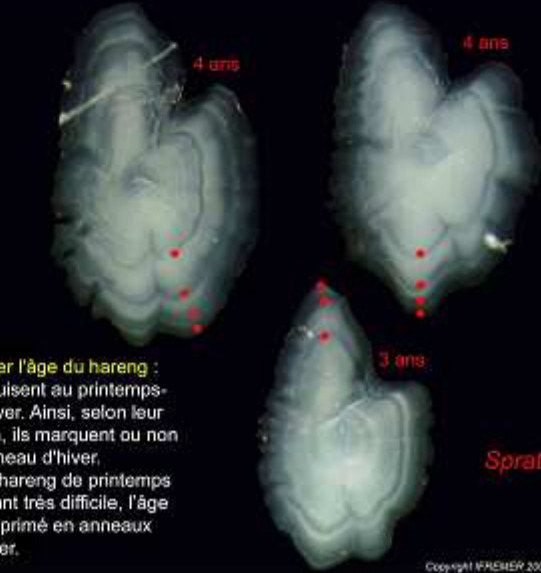


plaque d'inclusion et d'archivage

Hareng



Sprat

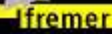


Difficultés pour estimer l'âge du hareng :

Les harengs se reproduisent au printemps-été ou en automne-hiver. Ainsi, selon leur période de reproduction, ils marquent ou non un premier anneau d'hiver.

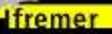
La différenciation d'un hareng de printemps d'un hareng d'hiver étant très difficile, l'âge de ce poisson est exprimé en anneaux d'hiver.


Copyright IFREMER 2008



Estimation de l'âge du lieu noir en mer du Nord

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer






Lieu noir
Pagrus auratus

Poisson présent en Atlantique Nord-Est du Groenland jusqu'à la mer Celtique.


Poisson démersal vivant de la côte à 200 m de fond.


Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 5 et 10 ans et sa longévité serait supérieure à 25 ans.



Faces concave et convexe de l'otolithe


Inclusion des otolithes en résine






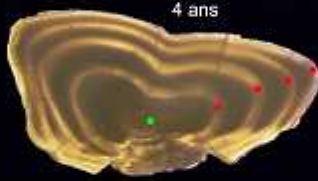
Tronçonneuse

Lecture des coupes fines

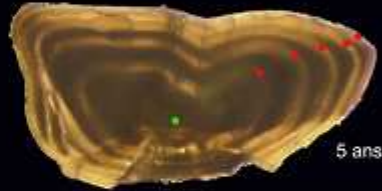




3 ans



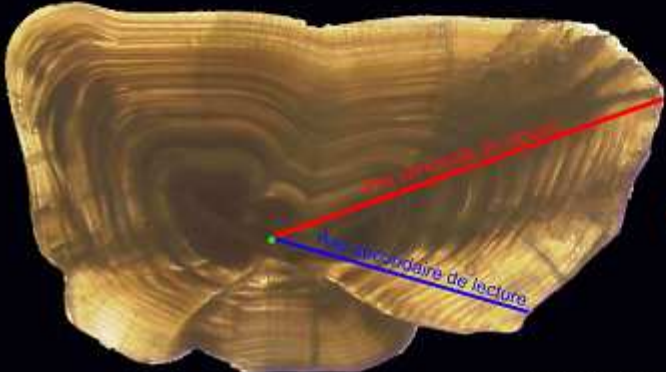
4 ans



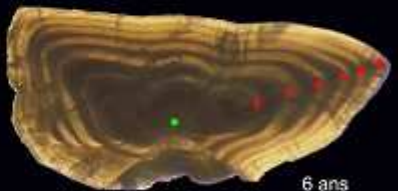
5 ans

Préparation et mode d'observation :
L'otolithe est inclus dans la résine puis coupé selon un axe dorso-ventral pour obtenir une lame mince qui est placée sous une loupe binoculaire pour estimer l'âge.

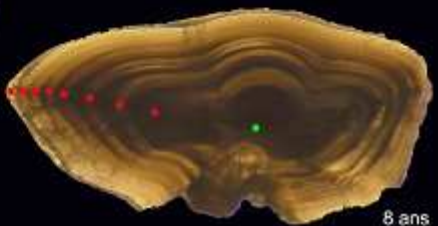
Procédure d'estimation de l'âge :
L'estimation de l'âge est réalisée en comptant le nombre d'anneaux translucides ou anneaux d'hiver. Au premier semestre, si le bord est constitué d'un anneau translucide, celui-ci est compté alors qu'au deuxième semestre l'anneau translucide au bord n'est pas compté.



Otolithe d'un poisson estimé à 13 ans



6 ans



8 ans


Toutes les observations sont réalisées en lumière transmise.

Copyright IFREMER 2008

**Estimation de l'âge du merlan
en Manche orientale et sud mer du Nord**

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer

ifremer




Merlan
Merluccius merlangus

Poisson présent en Atlantique Nord-Est du nord de la Norvège et de l'Islande jusqu'au Portugal, sud-est de la mer de Barents, au nord-est de la Méditerranée et en mer Noire.


Poisson benthodémersal vivant sur des fonds graveleux ou vaseux entre 10 et 200 m de profondeur avec de fortes concentrations entre 30 et 100 m.

Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 1 et 4 ans et sa longévité serait de 15 ans.


ifremer




Faces concave et convexe de l'otolithe




Inclusion des otolithes en résine



Coupe dorso-ventrale

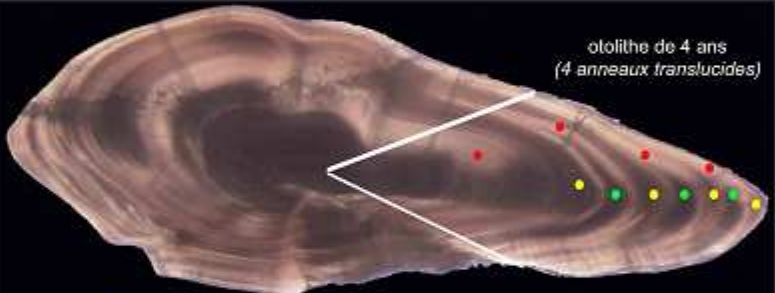


Tronçonneuse




Préparation et mode d'observation :
L'otolithe est inclus dans la résine puis coupé selon un axe dorso-ventral pour obtenir une lame mince qui est placée sous une loupe binoculaire pour estimer l'âge.

Difficultés de lecture :
Chez le merlan, on observe une alternance d'anneaux opaques et translucides mais il se forme aussi des faux anneaux appelés Humphries' shadow qui rendent l'estimation de l'âge difficile.




otolithe de 4 ans
(4 anneaux translucides)


- Anneaux opaques ou anneaux d'été
- Anneaux translucides ou anneaux d'hiver
- Humphries' shadow ou faux anneaux




0 an




1 an



2 ans



3 ans



5 ans

Toutes les observations sont réalisées en lumière transmise.


Tous les otolithes présentés, ont été prélevés au deuxième semestre.

Copyright IFREMER 2006

**Estimation de l'âge de la morue
en Manche orientale et sud mer du Nord**

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer

ifremer




Marua
Gadus morhua

Poisson présent en Atlantique Nord du Groenland jusqu'au golfe de Gascogne où elle est rare.

Poisson benthodémersal vivant entre 0 et 600 m de profondeur avec des fortes concentrations entre 150 et 200 m.


Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 2 et 4 ans et sa longévité serait de 25 ans.

ifremer




Faces concave et convexe de l'otolithe


0 an



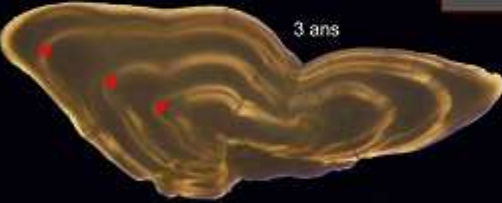
1 an



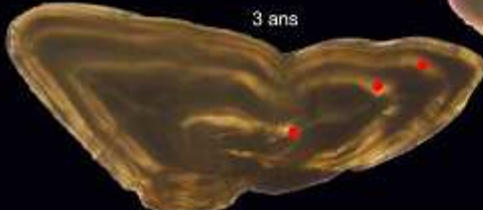
2 ans



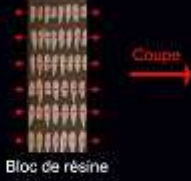
3 ans



3 ans




Préparation et mode d'observation :
L'otolithe est inclus dans la résine puis coupé selon un axe dorso-ventral pour obtenir une lame mince qui est placée sous une loupe binoculaire pour estimer l'âge.



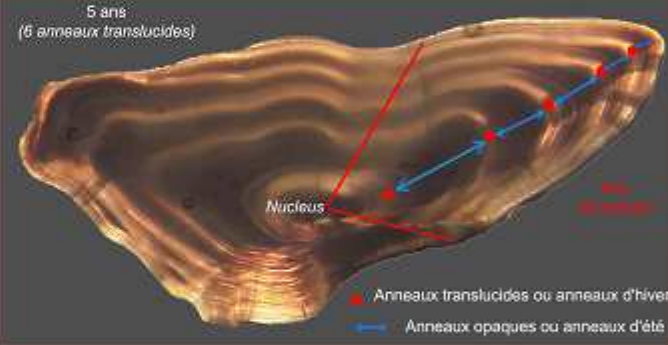
Bloc de résine

Coupe



Lame mince
épaisseur : 0.4 mm

Coupe fine de l'otolithe



5 ans
(6 anneaux translucides)

Nucleus


→ Anneaux translucides ou anneaux d'hiver
← Anneaux opaques ou anneaux d'été

Procédure d'estimation de l'âge :

Au premier semestre, si le bord est constitué d'un anneau translucide, celui-ci est compté alors qu'au deuxième semestre l'anneau translucide du bord n'est pas compté.

Tous les otolithes présentés, ont été prélevés au deuxième semestre.

7 ans




Toutes les observations sont réalisées en lumière transmise.

Copyright IFREMER 2008

Estimation de l'âge de la plie en Manche orientale et sud mer du Nord

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer




Plie
Pleuronectes platessa


Poisson présent en Atlantique Nord-Est du Groenland au Maroc, incluant la mer Blanche, la Méditerranée et la mer Noire.

Poisson benthico-démersal vivant de la côte à 200 m de fond essentiellement sur des fonds sableux mais aussi graveleux ou vaseux.


Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 2 et 7 ans et sa longévité serait de 50 ans.



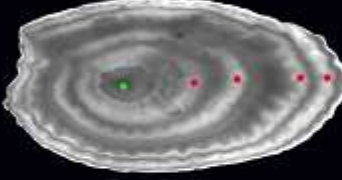
Faces concave et convexe de l'otolithe




Préparation et mode d'observation :
L'otolithe est lu directement (*in toto*) sans aucune préparation préalable. Son observation sous loupe binoculaire est réalisée en immergeant l'otolithe entier face convexe, dans une solution alcoolisée.



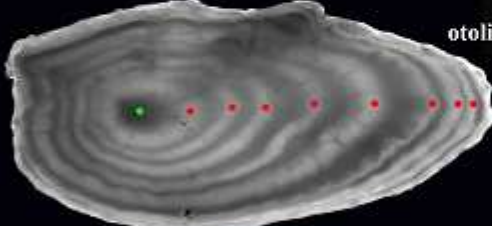
Préparation et mode d'observation :
L'otolithe est inclus dans la résine puis coupé selon un axe dorso-ventral pour obtenir une lame mince qui est placée sous une loupe binoculaire pour estimer l'âge.



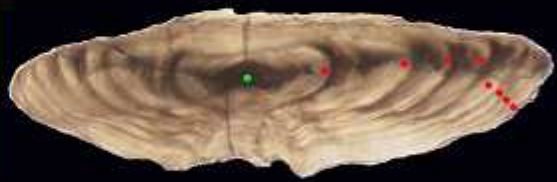
otolithe de 4 ans



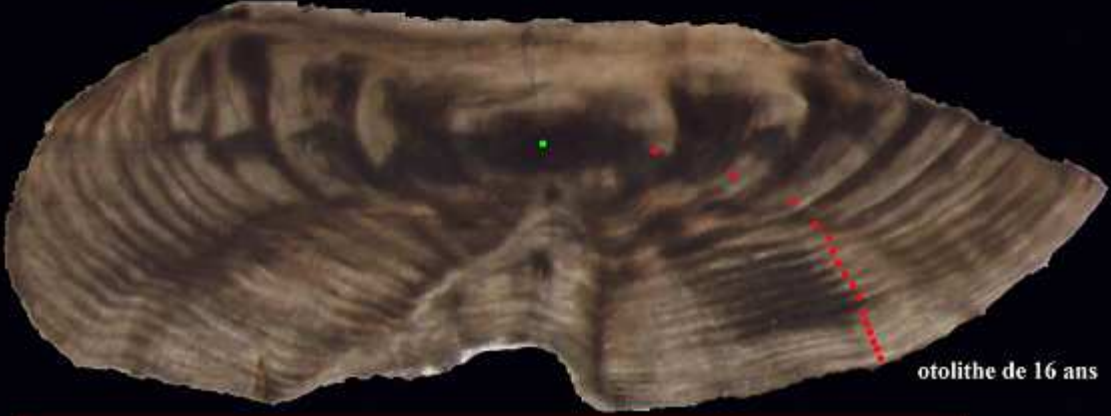
otolithe de 8 ans



otolithe de 8 ans



otolithe de 16 ans




otolithe de 16 ans

Actuellement, l'estimation de l'âge de la plie est réalisée à partir de coupes fines qui permettent une plus grande précision sur les jeunes plies par rapport aux otolithes entiers.

Copyright IFREMER 2008

Estimation de l'âge du rouget barbet de roche en Manche orientale et sud mer du Nord

Ifremer Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer




Rouget barbet de roche
Mullus surmuletus


Poisson présent en Atlantique Est de la Norvège au Sénégal et en mer Méditerranée.


Poisson benthique vivant sur les fonds rocheux, de graviers ou sableux du plateau continental et du bord du talus de 10 à 300 m.

Poisson préférant les eaux ayant des températures comprises entre 8 et 24°C.




Faces concave et convexe de l'otolithe






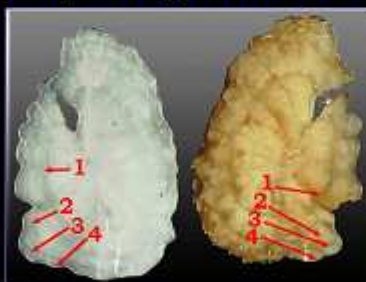
Préparation :
L'otolithe est lu entier avec et sans brûlage.

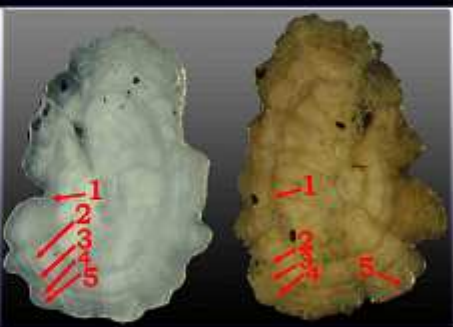
Mode d'observation :
Placé dans de l'eau alcoolisée sous une loupe binoculaire en lumière réfléchie.




Les 6 premiers groupes d'âge observés au premier semestre de l'année



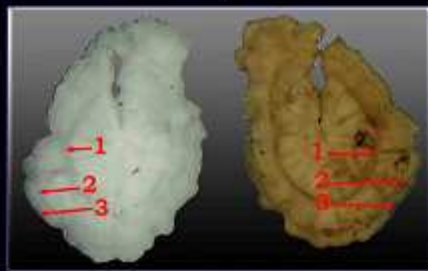


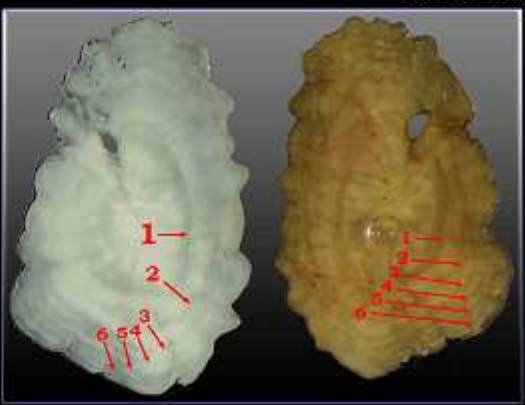




Au premier semestre (1/01 au 31/06) l'anneau du bord est compté.

A l'inverse, au deuxième semestre l'anneau du bord n'est pas compté.






Copyright IFREMER 2006

Estimation de l'âge de la sole en Manche et sud mer du Nord

Centre Manche-Mer du Nord - Département Halieutique
Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer

Ifremer




Sole
Solea solea

Poisson présent en Atlantique Nord-Est du nord de la Norvège jusqu'au Sénégal incluant la Méditerranée et la mer Noire.

Poisson benthique vivant sur des fonds de sables fins ou vaseux entre 0 et 150 m de profondeur.

Poisson qui acquiert sa maturité sexuelle entre 3 et 5 ans et sa longévité serait de 27 ans.

Ifremer



Faces concave et convexe de l'otolithe


Coupe fine

Lorsque les anneaux sont dénombrés, il faut faire attention car il y a 2 types d'anneaux observables :


- Les anneaux de croissance
- Les faux anneaux

Coloration de la coupe

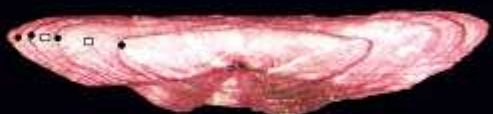
Les coupes sont colorées de façon à bien faire apparaître les anneaux.



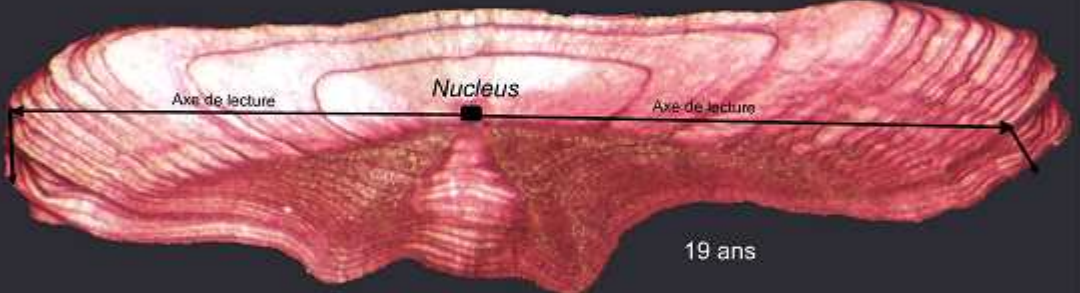
Coupe d'âge



Coupe d'âge d'axe dorso-ventrale



4 ans




Nucleus

Axe de lecture


19 ans

Les anneaux de croissance :

L'estimation de l'âge est réalisée en comptant le nombre d'anneaux translucides ou anneaux d'hiver.



5 ans

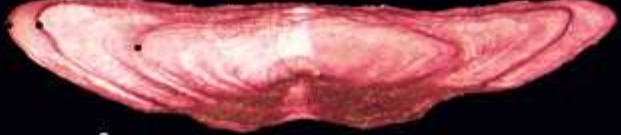


5 ans

Les otolithes présentés ont tous été prélevés au deuxième trimestre.

Procédure d'estimation de l'âge :

Au premier semestre, si le bord est constitué d'un anneau translucide, celui-ci est compté alors qu'au deuxième semestre l'anneau translucide du bord n'est pas compté.



3 ans

Copyright: IFREMER 2009