

Détermination de l'âge par analyse d'images assistée par ordinateur des otolithes des poissons plats *Citharus linguatula* et *Dicologoglossa cuneata* de la côte atlantique du Maroc

Driss BELGHYTI¹✧, Khadija EL KHARRIM¹, Ahmed Omar AHAMI¹,
Abdelouahed IDELHAJ², Tang DO CHI³ & Claude GABRION⁴

(Reçu le 08 /08/1994 ; Accepté le 31/10 /1994)

تحديد السن بالتحليل للصور بالحاسوب لأسماك المحيط الأطلسي بالمغرب

أجرينا بحثا بيولوجيا-إيكولوجيا على فصيلتين من أسماك المحيط الأطلسي المتواجدة بسواحل مدينة الدار البيضاء : سمك *Citharus linguatula* وسمك *Dicologoglossa cuneata*. قمنا بأخذ عينات من فصيلتين من أسماك "حوت موسى" في فترة امتدت من فبراير 1988 إلى ماي 1989. وقد تمحور هذا العمل حول دراسة بيولوجية النمو، اهتمنا أولا بقراءة فردية السن بطريقة تحليل الصورة بالحاسوب. في وقت آخر تحديد السن مكننا من فرز مفاتيح سن-طول، سن-وزن. وأخيرا وضع تصميم رياضي للنمو العشري السالف.

الكلمات المفتاحية : Otolites - سن - تحليل الصور - المغرب - *Citharus linguatula* - *Dicologoglossa cuneata*.

Détermination de l'âge par analyse d'images assistée par ordinateur des otolithes des poissons plats *Citharus linguatula* et *Dicologoglossa cuneata* de la côte atlantique du Maroc

Deux poissons appartenant au groupe des Pleuronectiformes (Heterosomata), *Citharus linguatula* Linné 1758 (Citharidae) et *Dicologoglossa cuneata* Moreau 1881 (Soleidae) étaient échantillonnées de février 1988 à mai 1989 sur le littoral atlantique marocain (Casablanca). L'âge des deux espèces était déterminé par la méthode d'analyse d'images des otolithes sagittae sur ordinateur. Utilisant ces données sur l'âge, les relations entre âge-longueur et âge-poids étaient déterminées. Enfin, l'étude des anneaux des otolithes nous a permis d'établir les modèles de la croissance pour chaque espèce.

Mots clés: Poissons plats-*Citharus linguatula*-*Dicologoglossa cuneata*- Âge- Otolithes - Analyse d'images - Maroc

Age determination by computer-image analysis of otolith for the flat fishes *Citharus linguatula* and *Dicologoglossa cuneata* from the atlantic coast of Morocco

Two fishes belonging to the group Pleuronectiform (Heterosomata), namely the spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus 1758, Citharidae) and the wedge sole (*Dicologoglossa cuneata* Moreau 1881, Soleidae) were sampled from February 1988 to May 1989 off the atlantic coast of morocco (Casablanca), Age of the two species was determined by image analysis of otolith sagittae on computer. Using these data on age, the relationships between a age-length and age-weigh were determined. Finally, studies of otolith's rings, enabled us to establish a growht model for each species.

Key words: Flat fishes-*Citharus linguatula*-*Dicologoglossa cuneata*- Age determination- Otoliths- Image analysis - Morocco

¹ Laboratoire de Zoologie et de Biologie Générale, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P: 133, Kénitra, Maroc

² Institut Scientifique des Pêches Maritimes, Casablanca, Maroc

³ Laboratoire d'Hydrobiologie Marine et Continentale. Université Montpellier II, Case 105, Place Eugène Bataillon, 35095 Montpellier Cédex, France

⁴ Laboratoire de Parasitologie Comparée, URA 698 CNRS, Université Montpellier II, Case 105, Place Eugène Bataillon, 35095 Montpellier Cédex, France

✧ Auteur correspondant

INTRODUCTION

Le Maroc, par l'importance de sa façade maritime (3400 km) mais aussi du fait de sa situation géographique entre la Méditerranée et l'Atlantique et entre les zones septentrionales et méridionales de l'Atlantique constitue un domaine privilégié pour l'exploitation des richesses halieutiques et l'étude de la biologie des populations ichtyiques.

Parmi les différentes familles représentant l'essentiel des espèces exploitées, les poissons plats en constituent tant du point de vue du nombre des espèces que des stocks l'une des principales.

Cette étude, qui s'intègre dans une double perspective fondamentale et appliquée, repose sur l'étude de l'âge par otolithométrie de deux espèces *Citharus linguatula* (Linné, 1758) et *Dicologlossa cuneata* (Moreau, 1881).

Dans un premier temps, on s'est intéressé à la détermination individuelle de l'âge des deux espèces de poissons plats par la lecture directe des otolithes sagitta par l'analyse d'image sur ordinateur.

Dans un second temps, la détermination de l'âge nous a permis d'établir des clés âge-longueur totale et âge-poids plein. Enfin la connaissance de l'âge nous a permis d'établir une modélisation de la croissance rétrospective.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Échantillonnage, mesures et pesées

Un échantillonnage systématique des deux espèces de poissons a été effectué à partir des débarquements commerciaux au large de Casablanca à raison de trois échantillons par mois de février 1988 à mai 1989.

Au total, 1368 individus de *Citharus linguatula* et 636 de *Dicologlossa cuneata* ont été étudiés. Les poissons ont été déterminés au Laboratoire à l'aide de clés de détermination (Norman, 1934, Hureau & Monod, 1973, Whitehead *et al.*, 1973, Fischer *et al.*, 1981,; Bianchi, 1984).

Sur chaque poisson les mesures des longueurs ont été effectuées jusqu'au mm près et les poids jusqu'au 0,01 gm près:

- longueur totale (L_T) - longueur standard (Lst)
- poids du poisson plein (Pp) et éviscéré (Pe).

2. Prélèvements des otolithes

Pour *Citharus linguatula*, après ablation de l'appareil branchial, les bulbes otiques apparaissent très nettement et on peut même voir les sagitta par transparence. La perforation des capsules permet l'extraction des otolithes.

Pour *Dicologlossa cuneata*, à l'aide d'une paire de ciseaux on réalise une coupe transversale sur la nuque ce qui permet un accès direct aux otolithes.

Les sagitta sont débarrassées de leurs membranes et rincées à l'eau, séchées puis conservées par paire, à sec, dans de petits sacs en papier portant les références du poisson.

3. Technique d'étude et interprétation

La plupart des Téléostéens ont une croissance discontinue dont la périodicité annuelle se reflète sur leurs structures osseuses: le centre de l'otolithe (nucleus) est constitué de matériel opaque. Autour de ce noyau s'effectuent des dépôts de même nature pendant toute la période estivale (croissance rapide). Des matériaux hyalins se déposent pendant toute la période hivernale (croissance ralentie) (Williams *et al.*, 1973). Le nucleus apparaît, au bout de quelques années, entouré de zones concentriques alternativement opaques et hyalines.

L'analyse d'images est une nouvelle technique qui a récemment conquis les domaines de la biologie. En particulier, en Ichtyologie, elle a permis de résoudre les problèmes liés à la détermination de l'âge des poissons (Troadec, 1987; Gril, 1989; Panfili *et al.*, 1989; Zaniuri, 1989).

Le matériel de base est constitué d'un micro-ordinateur PC-AT et d'une caméra vidéo à haute résolution, auxquels s'ajoutent les périphériques suivants: une imprimante, une "souris" et un moniteur (écran).

Le principe de l'analyse d'image est le suivant:

- L'image de l'otolithe est directement perçue, en lumière réfléchie, par l'intermédiaire de la caméra.
- Grâce au développement des systèmes video-informatiques (Gril, 1989); il y a une double numérisation de cette image sur l'ordinateur: chaque point-image (=pixels) est affecté d'une valeur d'intensité lumineuse (=le niveau de gris)

allant de zéro pour le noir à 255 pour le blanc, avec tous les niveaux intermédiaires (toutes les couleurs).

- Des "profils" de l'otolithe sont extraits le long d'un rayon (profil ligne) ou de cinq rayons (profil moyen) que l'opérateur se fixe du centre du nucleus jusqu'au bord de l'otolithe. Un profil correspond aux densités optiques observées sur l'otolithe. Il sera représenté par une succession de maxima et de minima correspondant, en lumière réfléchie, respectivement aux anneaux opaques et hyalins. La détermination de l'âge est effectuée par comptage des minima sur le profil ligne.
- Sur le "profil ligne" de l'otolithe on peut faire des mesures de Rétro-Calcul. Ainsi les distances entre des minima successifs (entre anneaux hyalins) sont directement converties en micromètres et imprimées.

Le comptage des minima (anneaux hyalins) donne l'âge en nombre d'hivers passés par le poisson. L'âge peut ensuite être affiné en mois en tenant compte de la date de naissance spécifique et de la date de capture.

4. Validation de la lecture d'âge

La validation de la lecture d'âge consiste à vérifier que les anneaux opaques et hyalins correspondent effectivement aux périodes de croissance active et de ralentissement hivernal. Elle permet de montrer, la périodicité de formation de ces anneaux et leur interprétation en terme d'âge. L'évolution mensuelle de l'allongement marginal calculé d'après la formule ci-dessous, permet de fixer la saison d'apparition des anneaux hyalins et donc de connaître leur périodicité. A.M. ; l'allongement marginale est supérieur ou égale à zéro. Il est nulle quand le rayon $R=R_n$, c'est-à-dire quand l'anneau hyalin est périphérique.

$$A.M. = \frac{R - R_n}{R_n - R_{(n-1)}}$$

A.M: Allongement marginal

R: rayon maximal de l'otolithe

R : rayon du n^{ème} anneau (le dernier)

$R_{(n-1)}$: rayon de l'avant dernier anneau

En outre, tout calcul de la taille du poisson à partir des anneaux de croissances successifs nécessite l'existence d'une relation étroite entre la croissance de l'otolithe et celle du poisson. Cette relation peut être décrite par une droite (Weatherley, 1972; Weisberg & Frie, 1987):

$$L_T = aR + b$$

ou par l'équation

$$L_T = aR^b$$

dans laquelle L_T représente la longueur totale du poisson et R le rayon de l'otolithe. On a utilisé l'équation linéaire qui a donné le meilleur ajustement.

La relation a été établie entre le plus grand diamètre (longueur) de l'otolithe (sagitta) et la longueur totale du poisson ($D-L_T$). Le diamètre des sagitta (D) a été mesuré en micromètre à l'aide de l'analyseur d'image. Les mesures ont été transformées par la suite en millimètre. Par ailleurs on a établi une autre relation entre le petit rayon de l'otolithe (R), mesuré à l'aide du micromètre de l'analyseur d'image, et la longueur totale du poisson.

5. Étude rétrospective de la croissance

En outre, l'étude de la croissance absolue par otolithométrie est basée avant tout sur le fait qu'il existe une relation entre la croissance des otolithes et celle du corps du poisson.

La méthode permettant de calculer la taille du poisson à chaque anneau est donnée par la formule de Lea (1938):

$$L_n = L_0 + \frac{R_n}{R}(L_T - L_0)$$

L_n : la longueur à la formation de l'anneau "n"

R_n : rayon de l'otolithé au n^{ème} anneau.

L_T : La longueur totale du poisson

R : rayon maximal de l'otolithe.

L_0 : longueur totale au moment de l'apparition des otolithes, donnée par la formule

$$L_T = f(R) \quad \text{avec } R=0$$

$L_T = aR + b$ dans le présent travail (Cf validation de la lecture)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. *Citharus linguatula*

• Date de naissance spécifique

La ponte s'échelonne de novembre à mars, mais c'est en janvier que la majorité des femelles et des mâles pond les produits sexuels.

De ce fait, on a fixé au premier janvier la date de naissance de tous les individus de la population. Cette date de naissance a été choisie pour origine dans l'échelle des temps utilisée dans la lecture de l'âge de *Citharus linguatula*.

• Conversions longueur totale-longueur standard et poids plein-poids éviscéré

Pour rendre les résultats sur les clés âge-longueur et âge-poids comparables avec d'autres travaux, on a établi des corrélations entre longueur totale et standard et entre poids plein et éviscéré avec l'équation linéaire qui a donné un meilleur ajustement que l'équation puissance (Tableau 1).

Tableau 1. Paramètres des corrélations linéaires entre les longueurs totale (LT) et standard (Lst), les poids plein (Pp) et éviscéré (Pe) et entre la longueur totale des poissons (LT), le diamètre (D) et le rayon (R) des otolithes chez *Citharus linguatula*

Réaction	Sexe	Paramètres		r ²	N
		a	b		
Lst - LT (mm)	mâle	0,812	0,011	0,99	548
	féfelle	0,830	-0,158	0,99	803
	mâle et féfelle	0,842	-0,112	0,99	1368
Pe - Pp (g)	mâle	0,954	-1,040	0,99	548
	féfelle	0,890	8,619	0,99	803
	mâle et féfelle	0,903	7,903	0,99	1368
D - LT (mm)		0,023	1,422	0,94	298
R - LT (mm)		0,006	0,167	0,94	158

a & b : Paramètres de la régression ; r² : coefficient de corrélation ; N : effectif

• Détermination de l'âge

La détermination directe de l'âge par otolithométrie repose sur l'existence d'une corrélation entre la taille de l'otolithe et celle du poisson.

Le tableau 1 montre qu'il existe une relation linéaire croissante entre la taille des otolithes et celle des poissons. Ces corrélations justifient l'utilisation des otolithes dans la détermination de l'âge.

On a essayé de suivre la formation des anneaux hyalins (minima) et opaques (maxima) au cours d'un cycle annuel. Premièrement le calcul du pourcentage d'anneaux hyalins périphériques montre que:

- le maximum d'anneaux hyalins périphériques est observé principalement en hiver (74%) et secondairement en printemps (58%) ;
- le minimum d'anneaux hyalins périphériques est observé en été et en automne (26%).

Deuxièmement, dans le calcul de l'allongement marginal (A.M) moyen par saison, extrait des listes de mesures effectuées sur l'analyseur d'image (Tableau 2), on a remarqué que les écarts-types sont très élevés. Ceci peut être dû à l'hétérogénéité de la structure démographique de notre échantillon. Toutefois, on a noté que la valeur zéro de l'allongement marginale (A.M=0), correspondant à la position périphérique de l'anneau hyalin, est fréquemment observée en hiver.

Ces deux approches nous ont permis de fixer le dépôt de l'anneau hyalin en hiver et de l'anneau opaque en été. Elles confirment donc l'identification des anneaux hyalins et leur utilisations comme marques annuelles.

Tableau 2. Morphométrie linéaire effectuée sur otolithes de *Citharus linguatula* montrant le nucléus et les anneaux hyalins successifs

Échantillon A :		
distance du premier point au centre	204,74	Nucleus
distance du 2ème point au centre	= 543.01	Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm"	= 338.27	
Échantillon B:		
distance du premier point au centre	= 184.19	Nucleus
distance du 2ème point au centre	= 442/05	Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm"	= 257/86	
distance du 3ème point au centre	= 663.07	Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm"	= 221.02	
Échantillon C:		
distance du premier au centre	= 268.12	Nucleus
distance du 2ème point au centre	= 480.77	Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm"	= 212.65	
distance du 3ème point au centre	= 693.41	Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm"	= 212.65	
distance du 4ème point au centre	= 924.55	Anneau 3
distance entre les derniers points "en µm"	= 231.14	
Échantillon D		
distance du premier au centre	= 426.39	Anneau 1
distance du 2ème point au centre	= 750.82	Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm"	= 324.43	
distance du 3ème point au centre	= 889.14	Anneau 3
distance entre les derniers points "en µm"	= 148.31	
distance du 4ème point au centre	= 1093.79	Anneau 4
distance entre les derniers points "en µm"	= 194.66	
distance du 5ème point au centre	= 1279.18	Anneau 5
distance entre les derniers points "en µm"	= 185.39	
distance du 6ème point au centre	= 1344.07	Anneau 6
distance entre les derniers points "en µm"	= 64.89	

A : classe d'âge 1⁺ ; B : classe d'âge 2⁺ ; C : classe d'âge 3⁺ ; D : classe d'âge 6⁺

Sur le littoral atlantique marocain (radiale de Casablanca) l'espèce *Citharus linguatula* vit jusqu'à l'âge de neuf ans. Les plus vieux poissons observés sont des femelles. Les mâles les plus âgés avaient 7 ans. Les femelles des cithares ont donc une espérance de vie supérieure à celle des mâles. Il est probable que les mâles puissent vivre aussi longtemps que les femelles.

En fait, on ne peut fixer avec exactitude la longévité effective de cette espèce à 7 et 9 ans. En effet, le fait d'avoir des longueurs asymptotiques (312 mm, 320 mm ou 264 mm) (Modèles de Von Bertalanffy, Monomoléculaire, Gompertz) supérieures aux longueurs maximales observées (255 mm), laisse penser à ce que la longévité potentielle de cette espèce pouvait être supérieure aux longévités observées (Résultats non publiés).

En outre, le tableau 3 regroupe pour chaque sexe, les données de longueur totale moyenne ou de poids plein moyen et les classes d'âges correspondantes pour construire des clés âge-longueur totale et âge-poids plein.

Tableau 3. Clé âge-longueur totale moyenne et clé âge-poids plein moyen des mâles et des femelles de *Citharus linguatula*

Classe d'âge		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
		Relation									
Age-Longueur											
• Mâle	N	51	66	87	153	92	88	12	7	0	0
	L _T	73	102	133	154	176	194	212	222	/	/
	σ	11	8	8	7	6	6	3	4	/	/
• Femelle	N	84	100	137	181	155	64	40	29	11	11
	L _T	78	103	134	158	128	200	212	222	236	250
	σ	11	6	9	7	6	3	3	4	3	3
Age-poids											
• Mâle	N	50	66	91	151	89	87	12	7	0	0
	P _p	3	8	18	27,9	40,6	55,7	70	84,6	/	/
	σ	1,4	2	3,6	5	5	7,6	4,8	6	/	/
• Femelle	N	84	100	132	182	156	64	40	29	11	11
	P _p	3,8	8,4	19,5	31,4	47	64	77,7	88,6	110	135
	σ	1,4	1,7	4,4	5	6,8	7	7	9,8	12	17

N : effectif ; L_T : longueur totale en millimètre ; P_p : Poids plein en grammes ; σ : écart-type ; 0+ à 9+ : classes d'âge en années

• Étude rétrospective de la croissance

La méthode de rétro-calcul décrit la croissance individuelle. On a procédé en deux étapes. Tout

d'abord, on a vérifié que la taille du poisson et celle de l'otolithe sont en relation linéaire.

D'après l'équation ($L_T = 0,006 R + 0,167$), on a estimé la longueur totale du poisson au moment de l'apparition des otolithes ($L_0 = 27,83$ mm). Ensuite, connaissant la longueur totale, le rayon maximal de l'otolithe (R) et la longueur L_0 , on a estimé, en remplaçant le R_n par les différentes mesures des anneaux successifs (Tableau 2) dans la formule de Lea, la taille qu'avait chaque poisson à ses différentes classes d'âges. Pour la classe d'âge zéro c'est le rayon du nucléus qui a servi au rétro-calcul (Tableau 4).

Tableau 4. Longueurs totales rétro-calculées chez *Citharus linguatula*

Cohorte	Echantillon A		Echantillon B		Echantillon C		Echantillon D	
	L _T *	Cl.a.*	L _T *	Cl.a.*	L _T *	Cl.a.*	L _T *	Cl.a.*
1988	110	1	138	2	161	3	216	6
1987	58,81	0	101	1	127	2	206	5
1986			88,43	0	97	1	180	4
1985					66	0	153	3
1984							133	2
1983							87,52	1
1982								0

Échantillons A, B, C et D : voir tableau 2.

* L_T : longueur totale (mm) ; Cl.a. : Classe d'âge en années

2. *Dicologlossa cuneata*

• Date de naissance du groupe d'âge zéro

Comme chez *Citharus linguatula*, le cycle annuel des R.G.S et, secondairement, ceux des R.H.S et des indices Ke et Kp nous ont permis de déterminer la date de naissance de l'espèce *Dicologlossa cuneata* (Belghyti *et al.*, résultats non publiés).

En effet chez le Céteau, la ponte s'échelonne de juin à septembre, mais la majorité des géniteurs pond en juillet. Par conséquent, la date de naissance de cette espèce a été fixée au premier juillet.

• Conversions longueur totale-longueur standard et poids plein-poids éviscéré

Afin de comparer nos résultats à ceux d'autres travaux, on a établi des corrélations entre les longueurs totale et standard, d'une part, et entre les poids plein et éviscéré, d'autre part (Tableau 5).

Tableau 5. Paramètres des corrélations linéaires entre les longueurs totale (LT) et standard (St), les poids plein (Pp) et éviscéré (Pe) et entre la longueur totale des poissons (LT), le diamètre (D) et le rayon (R) des otolithes chez *Dicologlossa cuneata*

Realtion	Sexe	Paramètres			
		a	b	r°	N
Lst - LT (mm)	mâle	0,874	-0,052	0,99	336
	fémmelle	0,880	-0,110	0,99	300
	mâle et fémmelle	0,878	-0,096	0,99	636
Pe - Pp (mm)	mâle	0,960	-0,210	0,99	336
	fémmelle	0,870	0,920	0,99	300
	mâle et fémmelle	0,882	20,23	0,99	636
D - LT (mm)		0,009	1,488	0,85	300
R - LT (mm)		0,005	0,213	0,73	67

• Détermination de l'âge

Comme pour *Citharus linguatula*, on a déterminé la nature de la relation taille de l'otolithe-taille du poisson, ainsi que la chronologie de la formation des anneaux opaques et hyalins. En outre, sur les 636 paires d'otolithes examinés, 533 (84%) étaient très bien lisibles et ont permis une détermination de l'âge des Cétéaux. On a aussi remarqué, que les otolithes de *Dicologlossa cuneata*, relativement minces, ont posé moins de difficultés lors de leur examen que ceux de *Citharus linguatula*.

Des relations ont été établies entre le plus grand diamètre de l'otolithe (D) et la longueur totale du poisson, d'une part. D'autre part, on a établi une relation entre le petit rayon de l'otolithe (R) et la longueur totale (Tableau 5). Les corrélations observées sont assez bonnes pour permettre l'utilisation des otolithes dans la détermination de l'âge.

Le calcul du pourcentage des anneaux hyalins périphériques montre que la valeur maximale est observée en hiver (62%). En outre, l'allongement marginal minimal (A.M=0) est observé surtout en hiver (Tableau 6).

Comme pour *C.linguatula*, l'anneau hyalin se forme en hiver et peut être interprété comme marque annuel pour la détermination de l'âge de *D.cuneata*.

Tableau 6. Morphométrie linéaire effectuée sur otolithe de *Dicologlossa cuneata* montrant le nucleus et les anneaux hyalins successifs

Échantillon A		
distance du premier point au centre = 342.56		Nucleus
distance du 2ème point au centre = 667.09		Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm" = 324.53		
distance du 3ème point au centre = 766.25		Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm" = 99.16		
Échantillon B		
distance du premier point au centre = 243.13		Nucleus
distance du 2ème point au centre = 373.17		Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm" = 130.04		
distance du 3ème point au centre = 554.10		Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm" = 180.93		
distance du 4ème point au centre = 689.80		Anneau 3
distance entre les derniers points "en µm" = 135.70		
distance du 5ème point au centre = 915.96		Anneau 4
distance entre les derniers points "en µm" = 226.16		
distance du 6ème point au centre = 1091/24		Anneau 5
distance entre les derniers points "en µm" = 175.28		
distance du 7ème point au centre = 1193.01		Anneau 6
distance entre les derniers points "en µm" = 101.77		
distance du 8ème point au centre = 1294.79		Anneau 7
distance entre les derniers points "en µm" = 101.77		
Échantillon C :		
distance du premier point au centre = 312.41		Nucleus
distance du 2ème les derniers points = 553.22		Anneau 1
distance entre les derniers points "en µm" = 240.81		
distance du 3ème point au centre = 781.02		Anneau 2
distance entre les derniers points "en µm" = 227/80		
distance du 4ème point au centre = 956.75		Anneau 3
distance entre les derniers points "en µm" = 175.73		
distance du 5ème point au centre = 1197.56		Anneau 4
distance entre les derniers points "en µm" = 240.81		
distance du 6ème point au centre = 1405.84		Anneau 5
distance entre les derniers points "en µm" = 208.27		
distance du 7ème point au centre = 1692.21		Anneau 6
distance entre les derniers points "en µm" = 286.37		
distance du 8ème point au centre = 1815.87		Anneau 7
distance entre les derniers points "en µm" = 123.66		
distance du 9ème point au centre = 1926/52		Anneau 8
distance entre les derniers points "en µm" = 110.64		
distance du 10ème point au centre = 2004.62		Anneau 9
distance entre les derniers points "en µm" = 78.10		
distance du 11ème point au centre = 2050.18		Anneau 10

A : classe d'âge 2⁺ ; B : classe d'âge 7⁺ ; C : classe d'âge 10⁺

Sur le littoral atlantique marocain (radiale de Casablanca), l'espèce *Dicologlossa cuneata* vit jusqu'à l'âge de 11 ans. Mais contrairement à l'espèce *Citharus linguatula*, les mâles comme les femelles du Cétéau peuvent vivre jusqu'à l'âge de 11 ans, et ont donc la même longévité (Tableau 7).

Tableau 7. Clé âge-longueur totale moyenne et clé âge-poids plein moyen des mâles et des femelles de *Dicologlossa cuneata*

Relation		Sexe		Classe d'âge											
				1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	
Age-Longueur				N	9	31	101	104	62	19	12	2	2	3	1
Mâle	L _T	N	9	31	101	104	62	19	12	2	2	3	1		
		σ	6,9	7,6	8,6	6	7	3,9	3	2	3	1	//		
		σ	6,9	7,6	8,6	6	7	3,9	3	2	3	1	//		
Femelle	L _T	N	5	14	39	74	102	40	22	17	6	5	1		
		σ	11	5,1	11	7	6	4	3	3	3,6	1,8	//		
		σ	11	5,1	11	7	6	4	3	3	3,6	1,8	//		
Age - Poids				N	9	31	101	104	62	19	12	2	2	3	1
Mâle	Pp	N	9	31	101	104	62	19	12	2	2	3	1		
		σ	13	22	31	45	59	74	87	96	99	107	142		
		σ	23	3,6	5,7	5,8	8,9	5	6	0,5	4,2	4,4	//		
Femelle	Pp	N	5	14	39	74	102	40	22	17	6	5	1		
		σ	15	24	34	49	65	83	95	110	123	132	149		
		σ	1,6	3,4	8	7,3	8,3	9	7,6	15,7	16	12,7	//		

N : effectif ; L_T : longueur totale en millimètre ; Pp : Poids plein en gramme ; σ : écart-type ; 1+ à 11+ : classes d'âge (année)

Pour chaque sexe, les données de longueur totale moyenne ou de poids plein moyen et les classes d'âge correspondantes sont consignées dans le tableau 7 pour construire des clés âge-taille et âge-poids.

• Étude rétrospective de la croissance

Comme pour *Citharus linguatula*, on a procédé en deux étapes; tout d'abord, on a vérifié que la taille du poisson et celle de l'otolithe sont en relation linéaire.

D'après l'équation ($L_T = 0,005 R + 0,213$), on a estimé la longueur totale du poisson au moment de l'apparition des otolithes ($L_0 = 42,6$ mm). Ensuite, connaissant la longueur totale, le rayon maximale de l'otolithe (R) la longueur L_0 , on a estimé, en remplaçant le R_n par les différentes mesures des anneaux successifs (Tableau 6) dans la formule de Lea, la taille qu'avait chaque poisson à ses différentes classes d'âges (Tableau 8).

CONCLUSIONS

Dans le présent travail, on a utilisé la méthode d'analyse d'image pour la lecture de l'âge de deux espèces de poissons Pleuronectiformes de l'Atlantique marocain.

Cette technique s'est révélée très efficace : elle permet à la fois la lecture de l'âge, par le comptage du nombre de minima ou de maxima, la mesure des

Tableau 8. Longueurs totales rétrocalculées chez *Dicologlossa cuneata*

Cohorte	Echantillon A		Echantillon B		Echantillon C	
	Cl.a.*	L _T *	Cl.a.*	L _T *	Cl.a.*	L _T *
1988	150	2	235	7	267	10
1987	136	1	219	6	262	9
1986	90,61	0	204	5	253	8
1985			178	4	241	7
1984			145	3	227	6
1983			125	2	196	5
1982			98	1	173	4
1981			78	0	147	3
1980					128	2
1979					103	1
1978					76,7	0

Échantillons A, B, C voir tableau 6

distances entre les anneaux successifs; cette mesure est indispensable pour effectuer une étude rétrospective de la croissance et le calcul du pourcentage mensuel d'anneaux hyalins périphériques.

La détermination de l'âge par otolithométrie et l'établissement de clés âge-longueur et âge-poids, nous ont permis une modélisation de la croissance en longueur et en poids de deux espèces : *Citharus linguatula* et *Dicologlossa cuneata* (Belghyti, 1990 ; Belghyti *et al.*, résultats non publiés).

La longévité maximale observée pour *C. linguatula* est de 9 ans. Elle est surtout observée chez les femelles. Les mâles ne vivent que jusqu'à la classe d'âge 7. Ce phénomène de différence de longévité, chez les deux sexes, semble être généralisé pour un grand nombre d'espèces. Deniel (1981; 1990) a noté une différence de deux ans chez *Arnoglossus thori*, *Platichthys flesus* et *Buglossidium luteum* en Baie de Douarnenez.

Par contre, les mâles et les femelles de *D. cuneata* ont une même longévité et peuvent vivre jusqu'à l'âge de 11ans. Cette identité des longévités des deux sexes a été observée chez la sole *Microchirus variegatus* (classe d'âge maximale = 13), le turbot *Psetta maxima* (Classe d'âge 15) et l'arnoglosse *Arnoglossus laterna* (classe d'âge 7) dans la Baie de Douarnenez (Deniel, 1981; 1990).

En fait, on a remarqué que les longueurs maximales théoriques (longueurs asymptotiques de 320 mm et 34 mm) (Belghyti *et al.*, résultats non publiés) sont supérieures aux longueurs maximales observées (255 mm et 227 mm) respectivement chez *C. linguatula* et *D. cuneata*.

Ceci nous incite à penser que l'espérance de vie de ces deux espèces est bien supérieure à ce qui a été observé. Les deux espèces pourraient vivre jusqu'à des âges supérieurs à 9 et 11 ans.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Belghyti D. (1990) *Poissons pleuronectiformes des côtes atlantiques marocaines (Casablanca): Biologie (Croissance, Reproduction, Alimentation) et parasitisme de Citharus linguatula et Dicologoglossa cuneata* Thèse de spécialité, Université Mohammed V, Rabat Maroc: 204p
- Belghyti D., Aguess P. & Gabrion C. (1993) Ethologie alimentaire de *Citharus linguatula* et *Dicologoglossa cuneata* sur la côte atlantique du Maroc. *Vie et Milieu* 43 (2-3) : 95-108
- Belghyti D., Berrada-Rkhami O., Boy V., Aguess P. & Gabrion C. (1994a)- Population biology of two helminth parasites of flatfishes from the atlantic coast of Morocco. *J. Fish Biol.* 44 : 1005-1021
- Bianchi G. (1984) Fiches F.A.O d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. *Guide des ressources halieutiques de l'Atlantique marocain*. Rome F.A.O. 151p
- Boy V. (1981) Analyse statistique sur micro-ordinateur. *Journal de l'A.S.U.* 6 : 71-73
- Chabanaud P. (1933) Poissons Heterosomes recueillis sur la côte atlantique du Maroc. *Mem. Soc. Sci.Nat.Maroc* 35p
- Deniel C. (1981) Les poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des *Bothidae*, *Scophthalmidae*, *Pleuronectidae* et *Soleidae*. Thèse de Doctorat d'État. Université de Bretagne Occidentale. 476p
- Deniel C. (1990) Comparative study of growth of flatfishes on the west coast of Brittany. *Journal of Fish Biology* 37 : 149-166
- Do Chi T. (1978) Modèles cinétiques et structuraux en dynamique des populations exploitées application aux squilles *Squilla mantis* L. (Crustacés Stomatopode) du golfe du Lion. Thèse de Doctorat d'État ès-sciences U.S.T.L.Montpellier. 272p.
- F.A.O. (1981) Methods of collecting and analysing size and age data for fish stock assesement. *Fisheries Circular* N°736
- Fischer W., Bianchi C. & Scott W. S. (1981) Fiches F.A.O. d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique centre est, zones de pêches 34 et 47 (en partie)à. Fond de dépot Ottawa, Minist. des pêches et des oceans Canada.
- Forest A. (1974) Contribution à l'étude de la biologie et de la pêche du céteau, *Dicologoglossa cuneata* (Moreau) dans le sud du golfe de Gascogne. Thèse spécialité Univ. Aix-Marseille: 114p.
- Forest A. (1975) Le céteau *Dicologoglossa cuneata* (Moreau) : sa biologie et sa pêche dans le sud du golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* 39(1) : 5-62
- Gril C. (1989) Applications de la morphométrie mathématique en analyse d'image. Programme pour micro-ordinateur PC-AT ou compatibles. Microscopie Électronique U.S.T.L. Montpellier II.
- Lagardere F. (1975) Biologie du céteau *Dicologoglossa cuneata*. Éthologie alimentaire. *Rev.Trav. Inst. Pêches Marit.* 39(1) : 63-103
- Lagardere F. (1981) Développement du ceteau *Dicologoglossa cuneata* (poissons Soleidae): Descriptions des œufs, évolutions des critères systématiques et chronologie du développement. *Cybiu* 3ème série 5(2)
- Lagardere F. (1982) Environnement péri-estuarien et biologie des *Soleidae* dans le Golfe de Gascogne (zone sud) à travers l'étude du céteau *Dicologoglossa cuneata*. Thèse de Doctorat d'État, Univ. d'Aix-Marseille II. 303p.

- Lagardere F. & Aboussoussan A. (1981) Développement du cetau *Dicologlossa cuneata*. Description des larves. *Cybiurn 3ème série* 5(2) : 53-72
- Lea E. (1938) A modification of the formula for the growth of herring. Rapp. Pv. Réunion. Cons.perm. int. Explor. Mer. 63.
- Norman J.R. (1934) A systematic monograph of the Flatfishes (*Heterosomata*) Vol.I *Psettodidae*, *Bothidae*, *Pleuronectidae*. Vol.I British Museum Hist. Nat. 459p.
- Panfili J., Ximens M.C., Do Chi T. & Miralles A. (1989) Age determination of eels in the French mediterranean lagoon using classical methods and Image analysis system. EIFAC Working Party on Eel, Porto, Portugal, 29 May- 3 June 1989.
- Troadec H. (1987) Les travaux d'automatisation de la lecture des pièces calcifiées aux États-Unis: systèmes commerciaux et de laboratoire. Rapp. Mission IFREMER Avril-Mai:37pp
- Weatherley A.H. (1972) Growth and ecology of fish population. Acad. Press. London 293p.
- Weisberg S. & Frie R. V. (1987) Linears models for the growth of fish. In Summerfelt R. & Gordon E.H. Age and growth of fish. Iowa State University Press, AMES 127-144.
- Williams T. & Bedford B. C. (1973) The use of otoliths for age determination:114-123 in "The ageing of fish". Bagenal T.B. Ed. Unwin Brothers Ltd: 234p.
- Zanuri M. (1989) Age, croissance et reproduction d'une population de Sandre (*Stizostedion lucioperca* L.) en Camargue. Mémoire D.E.A. Lab. d'Hydrobiologie Marine. U.S.T.L. Montpellier, France.